

### Pour plus d'informations / für weitere Informationen
### Contact / Kontakt

**Marie Herth :** t.: 0033 (0)3 89 80 47 14 – marie.herth@alsace-vitae.com
**Hervé Clinkspoor :** t.: 0033 (0)3 89 79 27 65 – itada@orange.fr
**Jürgen Recknagel :** t.: 0049 (0)7631 3684 50 – juergen.recknagel@ltz.bwl.de

### Plan d'accès au Biopole / Anfahrtsplan

*http://www.alsace-vitae.com/FR/contact/plan-acces-biopole-colmar.html*
*http://www.itada.org/francaise/anfahrt.shtm*

### Traduction simultanée / mit Simultanübersetzung

### Formulaire d'Inscription /Anmeldeformular

*http://www.alsace-vitae.com/FR/inscription-evenement.html*

### Coût de la journée / Teilnehmerbeitrag = 40 €

Membre/ Mitglieder Alsace-Vitae = 20 €

Paiement par espèces le jour même / Bezahlung vor Ort

***Merci de vous inscrire au plus tard pour le vendredi 10 mai 2013***
***Bitte Anmeldung bis spätestens Freitag, den 10. Mai 2013***

### Cofinanceurs / Geldgeber









Crédits photos : ARAA – Alsace-Vitae - european atlas of soil biodiversity - RITTMO










# Séminaire transfrontalier

**Les indicateurs d'activités biologiques des sols : recherche et transfert dans la pratique dans l'espace du Rhin supérieur**

## *Mercredi 15 mai 2013*

## Biopôle de Colmar

**Amphithéatre de l'IUT Génie Biologique**
**29 rue de Herrlisheim à COLMAR (F)**

# Grenzüberschreitendes Seminar

**Indikatoren für die biologische Aktivität von Böden: Forschung und Praxisanwendungen im Oberrheingebiet**

## *Mittwoch, 15. Mai 2013*





# Mercredi 15 mai 2013 à Colmar
# Séminaire transfrontalier

## Les indicateurs d'activités biologiques des sols : recherche et transfert dans la pratique dans l'espace du Rhin supérieur

**9h15** **Mot d'accueil :** Marie HERTH, Alsace Vitae – Biopôle de Colmar
**Introduction et modérateur de la matinée :** Rémi KOLLER, ARAA

**9h30** **Aperçu de la recherche sur les organismes du sol et les interactions avec la fertilité et les fonctions du sol**
- *Les enseignements du programme ADEME sur les bioindicateurs des sols :* Antonio BISPO, « Sol et Environnement » - ADEME
- *Paramètres microbiologiques indicateurs de la qualité des sols : application dans l'observation des sols à long terme et bases d'interprétation :* Hans-Rudolf OBERHOLZER, AGROSCOPE Reckenholz-Tänikon
- *Dynamique de l'humus et évolution de la fertilité du sol dans les systèmes de culture durable et focus sur les mycorhizes* Andreas FLIESSBACH, FiBL

**11h00** **Pause-café**

**11h15**
- *Effet des changements d'utilisation du sol sur la biodiversité fonctionnelle des microorganismes du sol :* Sven MARHAN, Université Hohenheim
- *La plateforme Genosol et ses apports sur la connaissance des sols :* Pierre PLASSARD, INRA Dijon
- *Prise en compte de la diversité fonctionnelle microbienne pour appréhender la fertilité des sols :* Sophie DESCHAUMES, Université de Lorraine - INRA

**12h45** **Pause déjeuner** – buffet

**14h00** **Valorisation des bioindicateurs du sol et transfert dans la pratique**
**Modérateur :** Sophie DESCHAUMES, Université de Lorraine - INRA
- *Sensibilité de bioindicateurs des sols aux pratiques agricoles :* Alain BOUTHIER, ARVALIS-Institut du végétal
- *Observatoire des sols FRIBO et retour d'expérience des campagnes d'analyses de l'activité biologique des sols en Suisse romande :* Nicolas ROSSIER, Institut agricole IAG-Fribourg
- *Les activités biologiques du sol : indicateurs supplémentaires du travail du sol et de la fertilisation :* Holger FLAIG, LTZ-Augustenberg
- *Indicateurs microbiens pour l'évaluation de l'impact des intrants agricoles sur l'état biologique des sols :* Najat NASSR, RITTMO

**16h00** **Débats avec la salle sur les attentes pour le conseil agronomique**

**16h30** **Conclusion :** Hervé CLINKSPOOR, Chambre d'Agriculture Alsace / ITADA



# Mittwoch, 15. Mai 2013 in Colmar
# Grenzüberschreitendes Seminar

## Indikatoren für die biologische Aktivität von Böden: Forschung und Praxisanwendungen im Oberrheingebiet

**9h15** **Begrüßung:** Marie HERTH, Alsace Vitae – Biopole de Colmar
**Einführung und Moderation:** Rémi KOLLER, ARAA

**9h30** **Überblick über die Forschung zu Bodenorganismen und den Wechselwirkungen mit der Bodenfruchtbarkeit und den Bodenfunktionen**
- *Die Erkenntnisse aus dem Programm der ADEME zu Bioindikatoren für den Boden:* Antonio BISPO, « Boden und Umwelt » - ADEME
- *Mikrobiologische Parameter als Indikatoren für die Bodenqualität: Anwendung bei der Langzeitbeobachtung von Böden und Interpretationsgrundlagen:* Hans-Rudolf OBERHOLZER, AGROSCOPE Reckenholz-Tänikon
- *Humusdynamik und Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit in nachhaltigen landwirtschaftlichen Anbausystemen – Im Blickpunkt die Mykorrhiza* Andreas FLIESSBACH, FiBL

**11h00** **Kaffeepause**

**11h15**
- *Einfluss von Landnutzungsänderungen auf die funktionelle Diversität von Bodenmikroorganismen:* Sven MARHAN, Universität Hohenheim
- *Die Plattform Genosol und deren Beiträge zur Bodenkenntnis:* Pierre PLASSARD, INRA Dijon
- *Berücksichtigung der mikrobiologischen Funktionsvielfalt für das Verständnis der Bodenfruchtbarkeit:* Sophie DESCHAUMES, Universität Lothringen-INRA

**12h45** **Mittagspause** – Buffet

**14h00** **Anwendung von Boden-Bioindikatoren und Übertragung in die Praxis**
**Moderation:** Sophie DESCHAUMES, Universität Lothringen-INRA
- *Empfindlichkeit von Boden-Bioindikatoren gegenüber landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen:* Alain BOUTHIER, ARVALIS-Pflanzenbauinstitut
- *Das Bodenobservatorium FRIBO – Erfahrungen aus den Untersuchungskampagnen zur biologischen Aktivität von Böden der Westschweiz:* Nicolas ROSSIER, Landwirtschaftliches Institut IAG-Fribourg
- *Die Biologische Aktivität von Böden; ergänzende Indikatoren für alternative Ansätze bei Bodenbearbeitung und Düngung:* Holger FLAIG, LTZ-Augustenberg
- *Mikrobiologische Indikatoren für die Bewertung der Wirkungen von Düngung und Pflanzenschutz auf den biologischen Bodenzustand:* Najat NASSR, RITTMO

**16h00** **Diskussion über die Erwartungen für die landwirtschaftliche Beratung**

**16h30** **Schlusswort:** Hervé CLINKSPOOR, Landwirtschaftskammer Elsass / ITADA


ARVALIS
Institut du végétal

**Séminaire transfrontalier**
*Les indicateurs d'activités biologiques des sols: recherche et transfert dans la pratique dans l'espace du Rhin supérieur*
**COLMAR 15/05/2013**

# IMPACT DES PRATIQUES CULTURALES SUR LES INDICATEURS D'ACTIVITE MICROBIOLOGIQUE DES SOLS


Pôle Agronomie
A.BOUTHIER, R.TROCHARD, J.P.COHAN
a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr









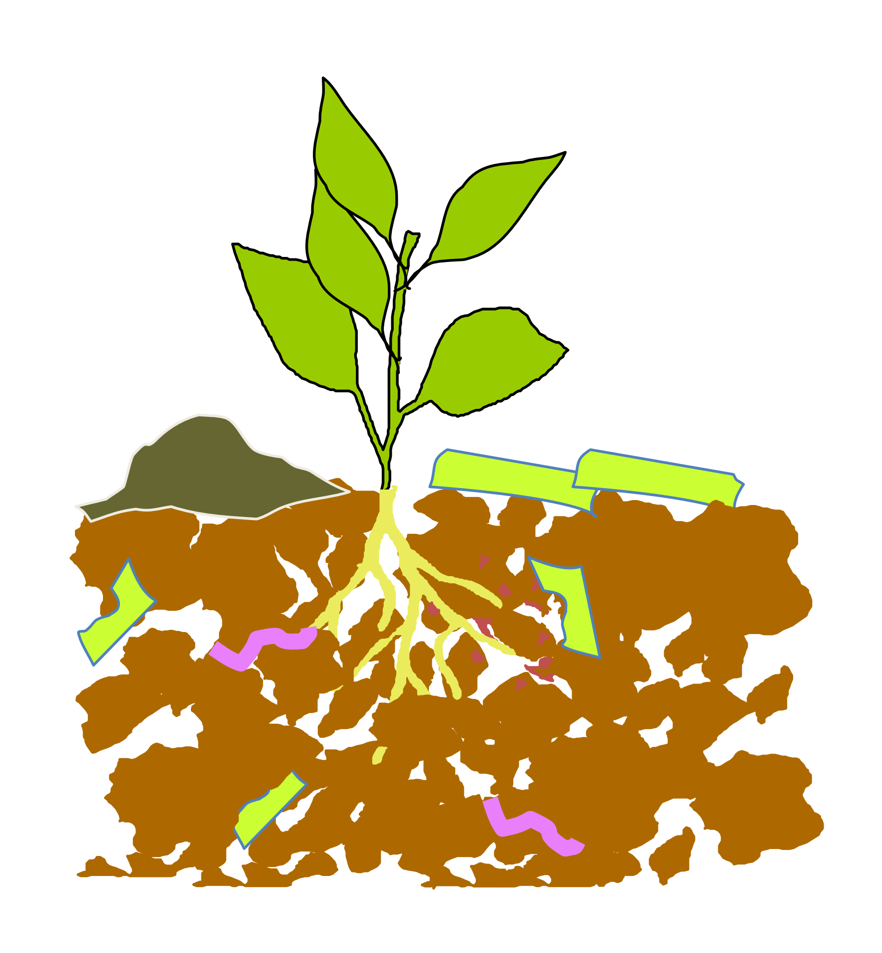







# IMPACT DES PRATIQUES CULTURALES SUR LES INDICATEURS D'ACTIVITE MICROBIOLOGIQUE DES SOLS

- Pourquoi s'intéresser aux IAB ?
- Indicateurs disponibles
- Objectifs du référencement réalisé de 2010 à 2012
- Dispositifs expérimentaux utilisés
- 1ers résultats





# Fertilité des sols pour la production végétale

- µ-organismes (biomasse, activité, diversité) ➔ dont les pathogènes
- Faune (biomasse, activité, diversité) ➔ dont les ravageurs
- Stocks semenciers

**Fertilité chimique**

- Disponibilité en éléments minéraux (NPK…)
- Statut acido basique
- Toxicité Al, ETM…

**Matière organique**

**Fertilité biologique**

**Fertilité physique**

- Etat structural
- Profondeur d'enracinement
- Réserve hydrique
- Conservation de la couche arable

- Besoin d'indicateurs pour appréhender composante biologique
- Quels liens avec des services agronomiques/écosystémiques et les impacts environnementaux ?



# Indicateurs étudiés

| | IAB non moléculaires | IAB moléculaires |
|---|---|---|
| **Abondance & caractérisation de la MO** | • Biomasse microbienne<br>• Fractionnement MO<br>• Métabolites microbiens | • Biomasse moléculaire |
| **Activité microbienne** | • Potentiel de minéralisation C<br>• Potentiel de minéralisation N<br>• Activités enzymatiques | • Activités spécifiques (ex. : activité dénitrifiante) |
| **Diversité** | • Aptitudes métaboliques (diversité fonctionnelle) | • Communautés bactériennes<br>• Communautés fongiques (pyroséquençage) |

- Techniques pour certaines déjà anciennes
- Certaines sont normées
- Certaines sont transférées dans des laboratoires commerciaux d'analyses de sols.

- Techniques plus récentes
- Pour la plupart encore au niveau des laboratoires de recherches
- Gros volumes de travaux scientifiques récents



# Objectifs du référencement

**IAB = indicateur d'effet des changements de pratiques agricoles ?**

*A posteriori* / souvent comparatif

- Quelle sensibilité aux pratiques agricoles ?
- Quel liens avec des risques environnementaux identifiés ?
- Quelle redondance avec indicateurs existants ?

**IAB = paramètres de services agronomiques/ écosystémiques ?**

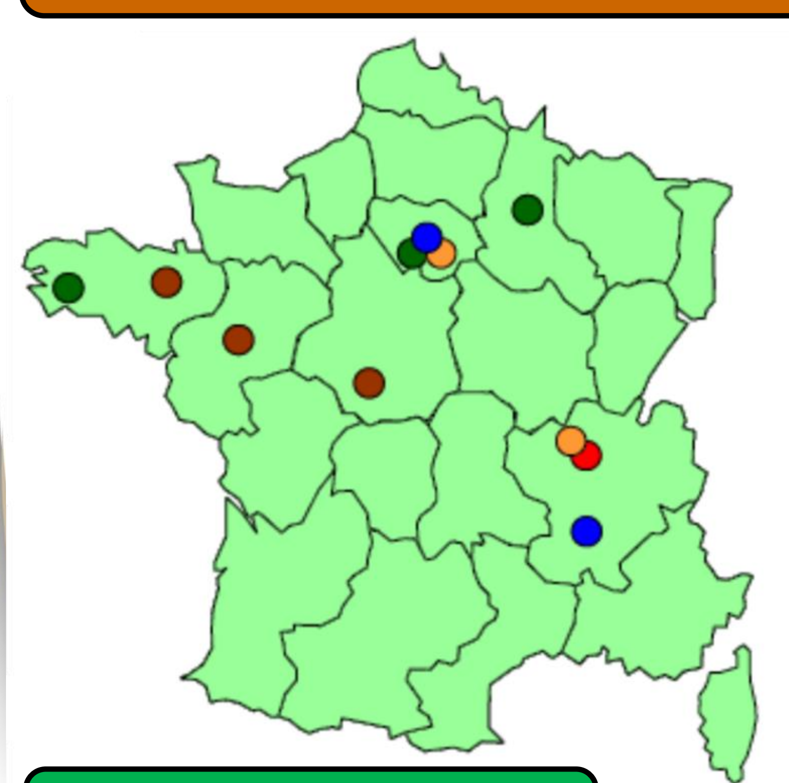
*A priori*/ diagnostic, pronostic

- Quels liens avec des services agronomiques/écosystémiques?
- Quel référentiel d'interprétation (valeurs seuils…) ?
- Quelle redondance avec indicateurs existants ?



# Dispositifs expérimentaux

**Expérimentations grandes cultures ayant différencié des pratiques culturales depuis plusieurs années**



## Systèmes de cultures et Niveau d'intensification

**Essai ARVALIS et partenaires**
- Lyon St Exupéry (69) : 8 ans
- Etoile sur Rhône (26) : 8 ans
- Villarceau (95) : 8 ans

**≠ niveau ferti & phyto; agri. Bio.**

## Travail du sol

**Essais ARVALIS**
- Boigneville (91) : 42 ans
- Boigneville (91) : 22 ans

**Essai ARVALIS/CREAS**
- Lyon St Exupéry (69) : 8 ans

## PRO élevage

**Essais ARVALIS**
- La Jaillière (44) : 10 ans
- Le Rheu (35) : 10 ans
- Jeu les Bois (36) : 10 ans

## CIPAN

**Essai ARVALIS**
- Boigneville (91) : 22 ans

**Essai AREP**
- Thibie (51) : 20 ans

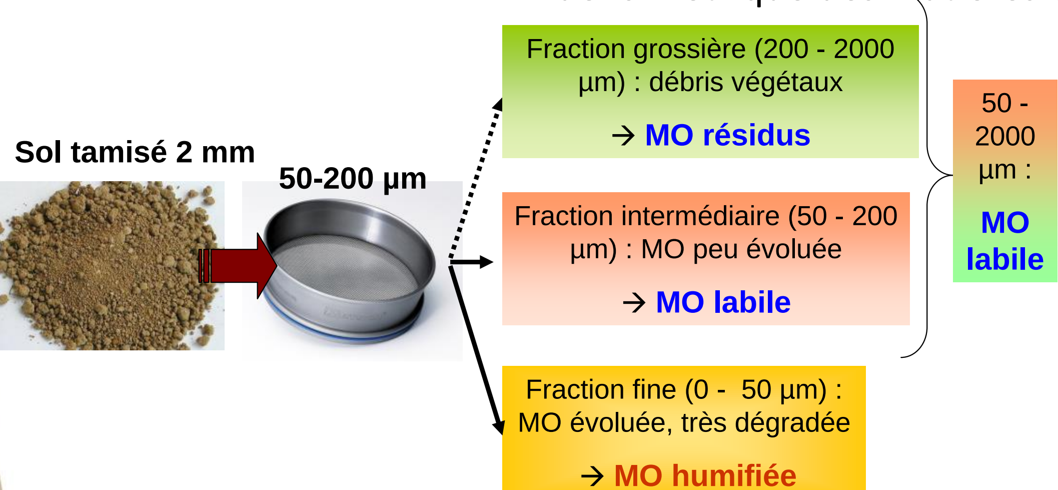
**Essai CRAB/ARVALIS**
- Kerlavic (29) : 17 ans

Seul l'essai environnement de Boigneville (en rouge) a été analysé avec les deux types d'indicateurs

# 1ers résultats

## *Fractionnement granulométrique de la MO*

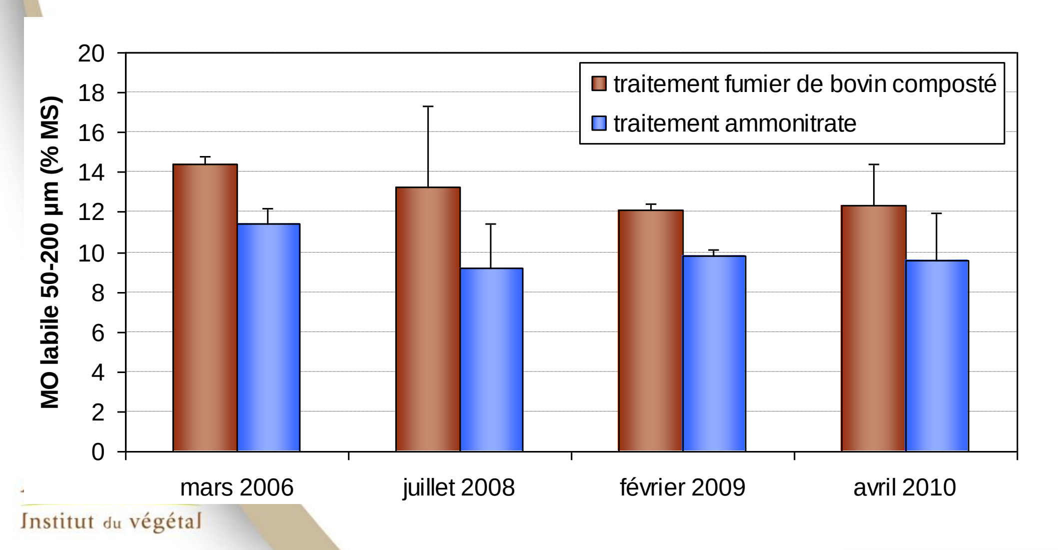
Mesure normalisée (NF X31-516, Fractionnement granulo - densimétrique des matières organiques particulaires du sol dans l'eau)




| MO | % C total | $k_i$ ($an^{-1}$) | Demi-vie (ans) |
|---|---|---|---|
| 200-2000 µ | 5 | 0.126 | 5.5 |
| 50-200 µ | 10 | 0.046 | 15 |
| < 50 µ | 83 | 0.020 | 35 |

Balesdent et Recous, 1997

Essai PRO de la Jaillière arrêté en 2006




✓ Persistance de l'effet discriminant dans le temps

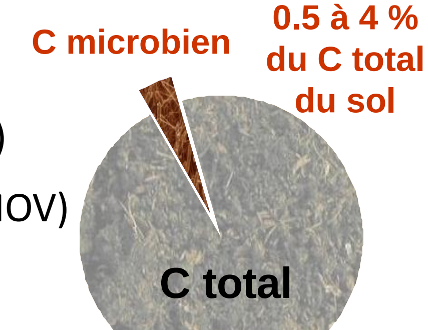
✓ Fractionnement MO moins sensible à la date de prélèvement






# 1ers résultats

## *Biomasse microbienne*




Mesure normalisée (NF EN ISO 14240-2, méthode par fumigation – extraction)

Quantification de carbone microbien, donc d'une fraction vivante de la MO (MOV)

biomasse microbienne (% C org)

6
5
4
3
2
1
0

Enfouissement des résidus

Variations liées à l'humidité

**Argilo-calcaire**

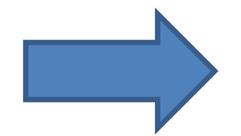
**Limons argileux**

*Sols de l'Indre et Loire (AGRO-Systèmes / SAS Laboratoire)*

août-08, sept.-08, oct.-08, nov.-08, déc.-08, janv.-09, févr.-09, mars-09, avr.-09, mai-09, juin-09, juil.-09, août-09, sept.-09, oct.-09, nov.-09

Variabilité en fonction :

- du type de sol
- du climat
- De l'apport récent de MO



Conséquence sur choix de période de prélèvement

ARVALIS Institut du végétal






# 1ers résultats

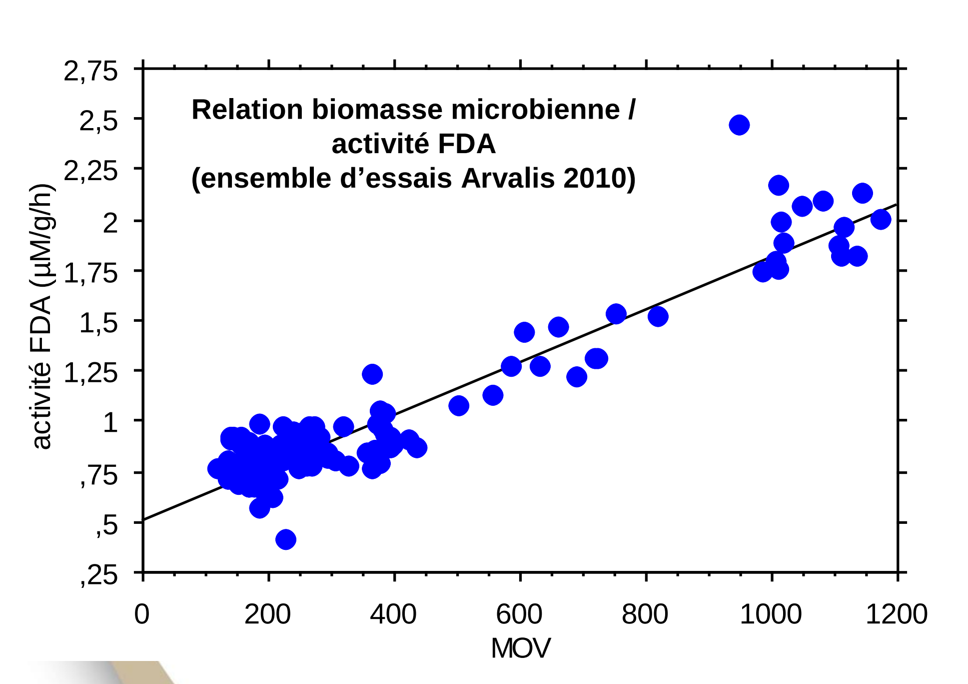
## *Activité microbienne*

## *Activité enzymatique FDA hydrolase*

mesure avec un spectrophotomètre de la dégradation du diacétate de fluorescéine (FDA) par les enzymes des micro-organismes du sol

Activité enzymatique généraliste






**Bonne relation entre FDA hydrolase et biomasse microbienne**





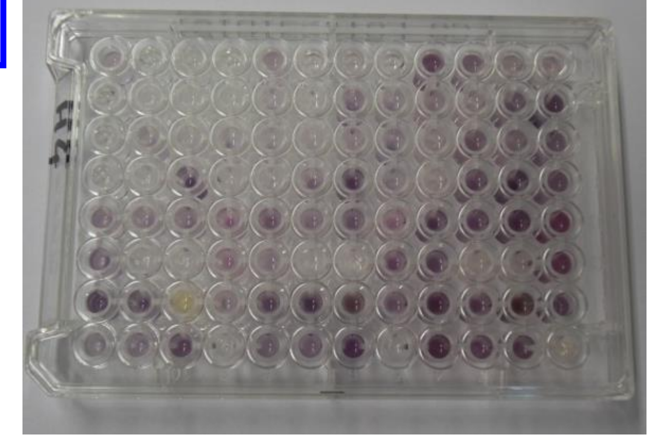


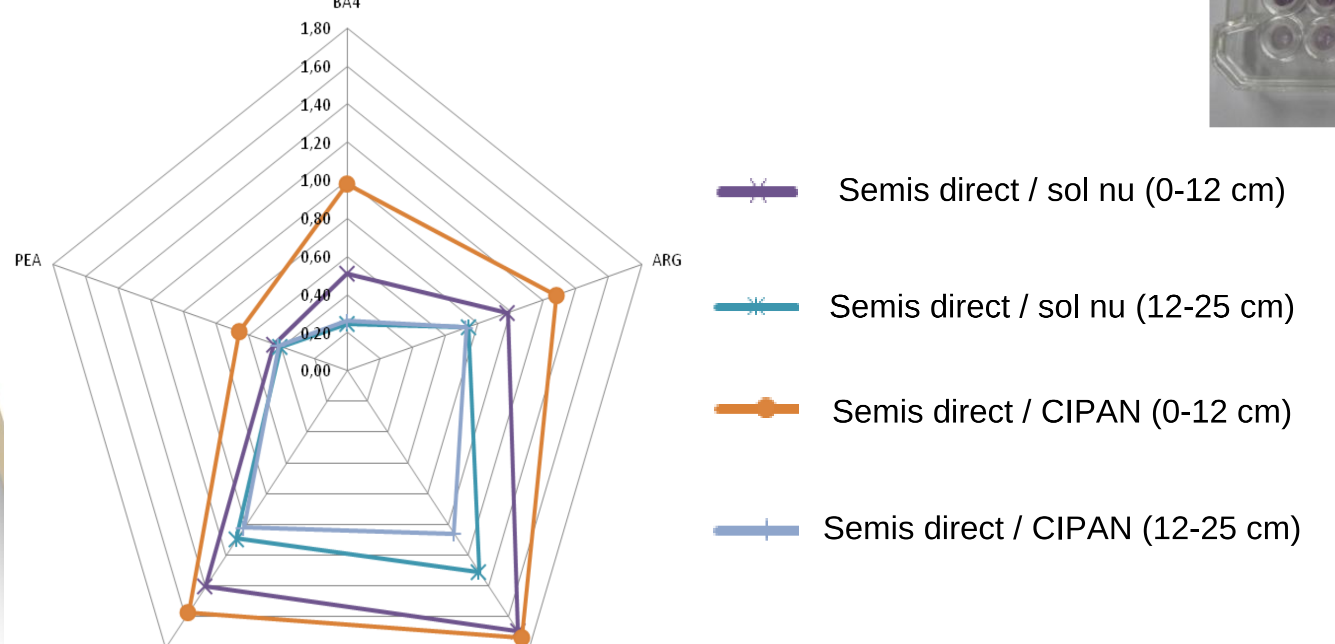


# 1ers résultats

## *Aptitudes métaboliques pour évaluer la diversité fonctionnelle*

Mesure de l'aptitude de la microflore du sol à utiliser pour sa croissance des substrats différents : substrats carbonés simples (sucres, acides carboxyliques…) ou complexes (polymères), substrats azotés (acides aminés, amines), etc.






**Indicateur le plus pertinent pour discriminer l'effet CIPAN**

**Aptitudes métaboliques** (substrats azotés) **dans le site de Boigneville**



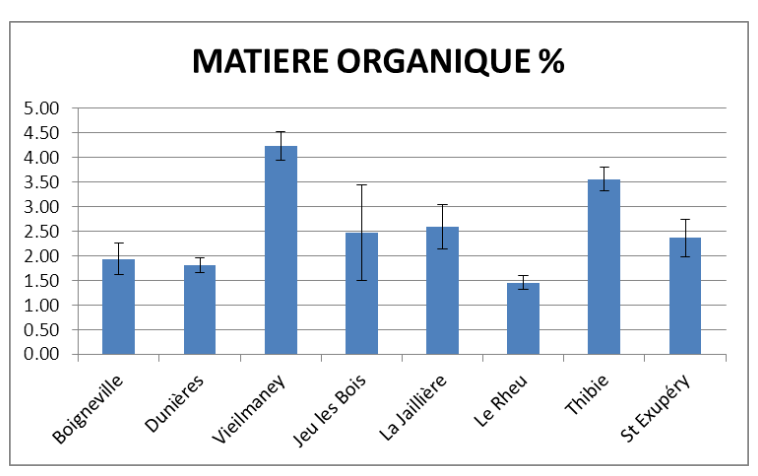


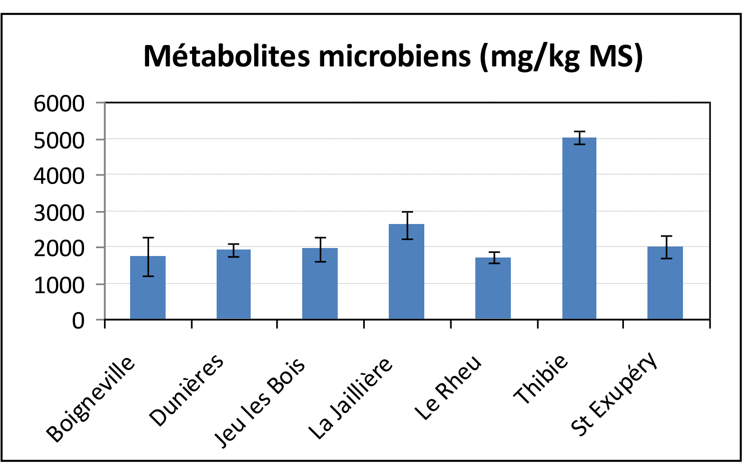


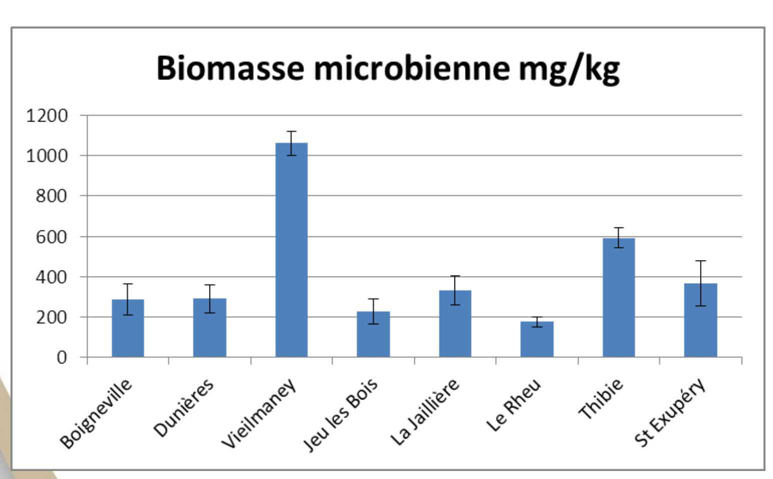


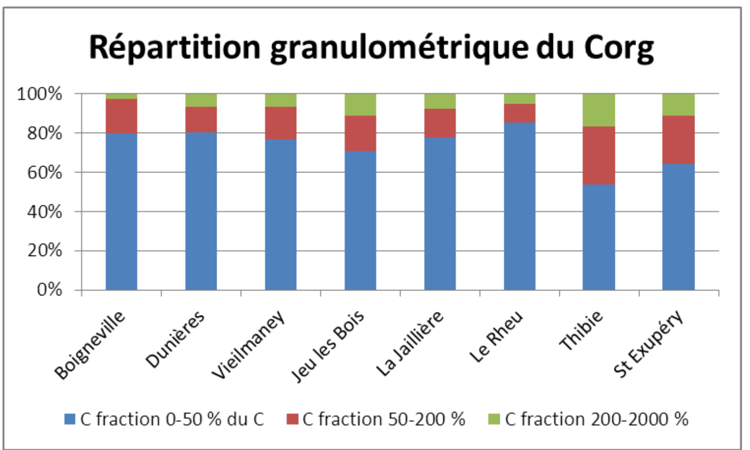
# 1ers résultats

## Effet du contexte pédoclimatique supérieur à celui des historiques





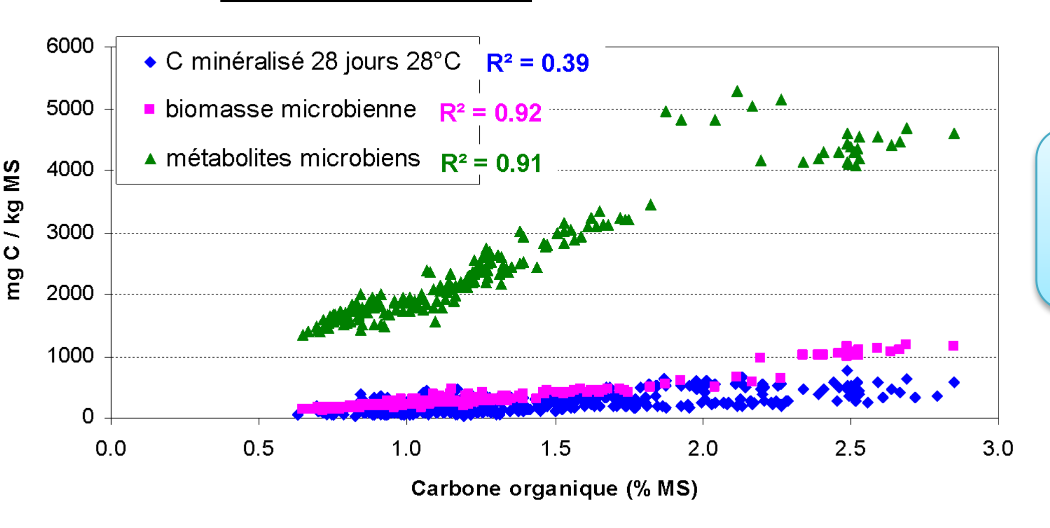






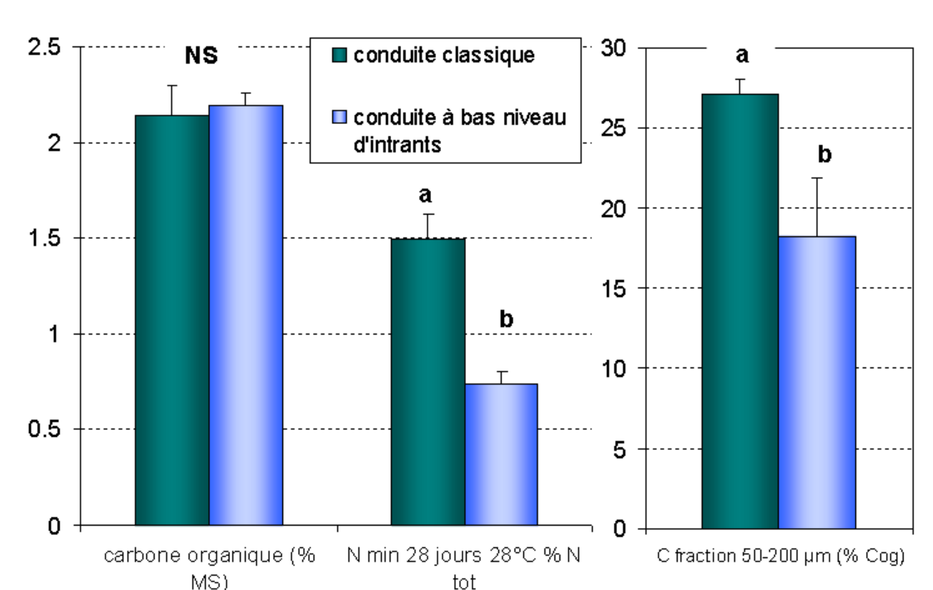

# 1ers résultats

## Tous les essais




- Redondances de certains indicateurs avec la teneur en C (MO)

## Essai niveau d'intensification de Lyon st Exupéry (8 ans de différenciation)




- Certains indicateurs permettent une détection plus précoce du changement de pratiques que la teneur en C et N org du sol






# 1ers résultats

## Test d'indicateurs vis-à-vis de changements de pratiques culturales sur les essais longue durée ARVALIS et partenaires*

| + : effet significatif<br>0 : pas d'effet mis en évidence | Apports de PRO (6 essais) | CIPAN (3 essais) | TCS (3 essais) | Prairie/ cultures annuelles (2 essais) | Niveau d'intensifi-cation (1 essai) |
|---|---|---|---|---|---|
| %C, %N, C/N | + | NS ou + | + | + | NS |
| Fractionnement granulométrique* | + | NS | NS ou + | + | + |
| Biomasse microbienne* | + | NS ou + | + | + | + |
| Métabolites microbiens** | + | NS ou + | + | + | NS |
| Minéralisation C et N* | + | NS ou + | + | + | + (N) |

***Partenaires  des essais :*** *AREP, CETIOM, CRAB, CREAS*

+: effet significatif, NS: effet non significatif




** Indicateurs normalisés : NF X31-516 / NF EN ISO 14240-2 / XP U44-163 adaptée*

*** Indicateur en évaluation*




SAS LABORATOIRE



# Effets des historiques d'apports de PRO (10 ans d'apports annuels) sur les indicateurs d'activité microbiologique des sols

- ↗ teneur en C et N du sol
- Peu d'effet sur C/N (sauf La Jaillière ↘ pour fumiers de volailles en prairie RGA)
- ↗ biomasse microbienne en mg C/kg, parfois en % Corg
- effets variables selon PRO sur métabolites microbiens en mg C/kg, baisse en % Corg
- C et N des PRO stockés préférentiellement dans fraction fine (0-50µ) et aussi intermédiaire(50-200µ)
- ↗ Minéralisation C et N en mg/kg, effets variables selon PRO sur minéralisation en %Corg et %Norg



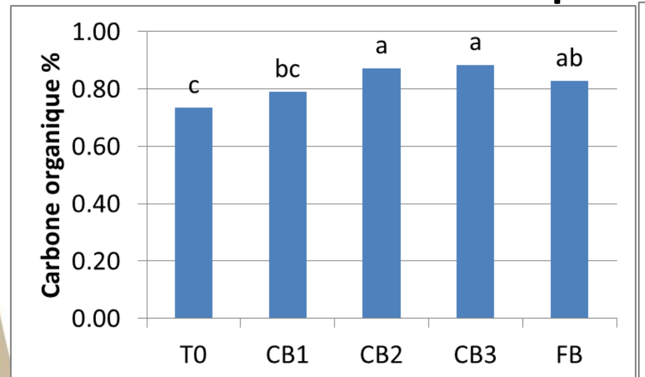


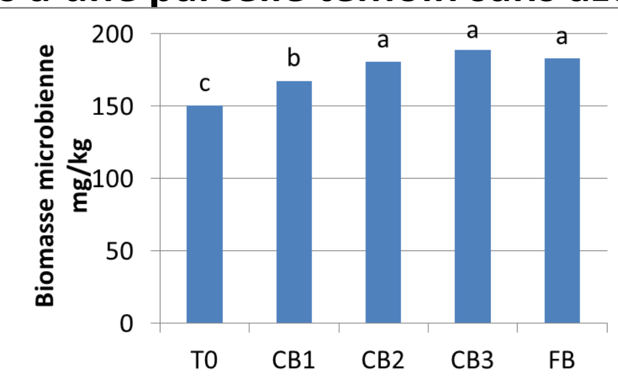


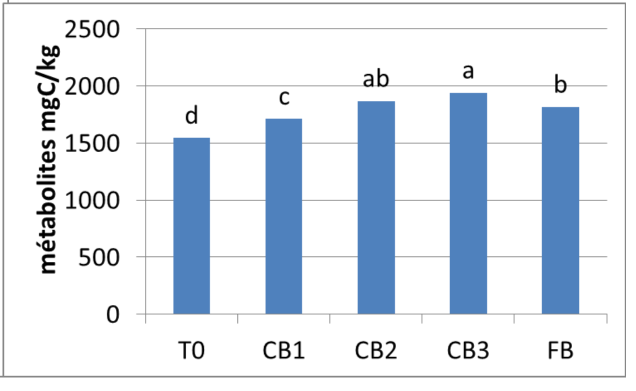


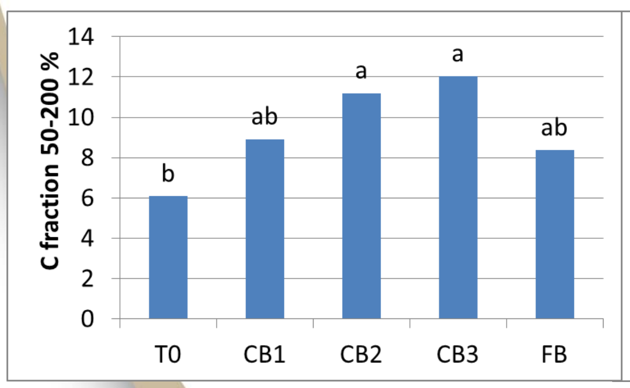
# Effets des historiques d'apports de PRO (10 ans d'apports annuels) sur les indicateurs d'activité microbiologique des sols

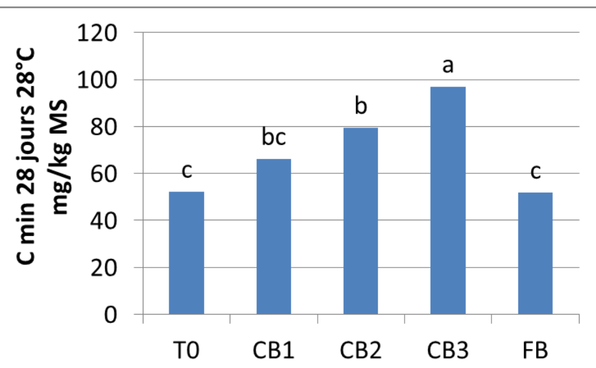
**Exemple de l'essai du Rheu (35) en sol de limon: mesures en 2008 et 2010, après 10 ans d'apports annuels (1995-2005) de 25 t/ha de fumier de bovins (FB), 12t/ha (CB1), 24 t/ha (CB2) et 36 t/ha (CB3) de fumier de bovins composté sur une monoculture de maïs fourrage comparés à une parcelle témoin sans azote (T0)**

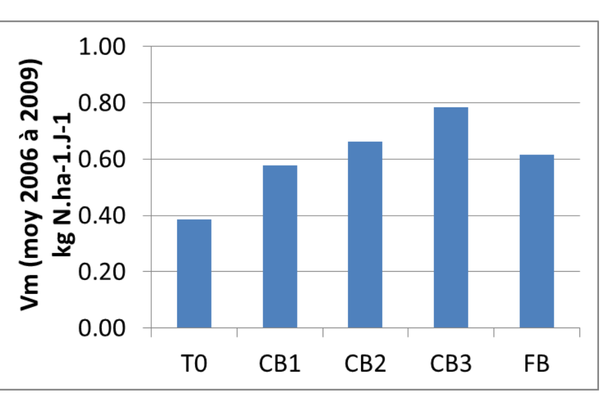



$V_m$: vitesse de minéralisation journalière de l'azote organique du sol

ARVALIS Institut du végétal

SEMSE

SAS LABORATOIRE L'EXPERTISE AGRONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE



# Effets des historiques de CIPAN sur les indicateurs d'activité microbiologique des sols

- Effet NS sur teneur en C et N du sol mais tendance ↗
- Effet NS en labour sur biomasse microbienne et métabolites en mg C/kg mais tendance ↗
- Effet ↗ sur biomasse microbienne et métabolites à la fois en mg C/kg et sur % C total, dans horizon superficiel en non labour
- Effet NS sur fractions granulométriques
- Effet sur FDA hydrolase analogues à ceux sur biomasse microbienne
- Effet sur test d'aptitudes métaboliques





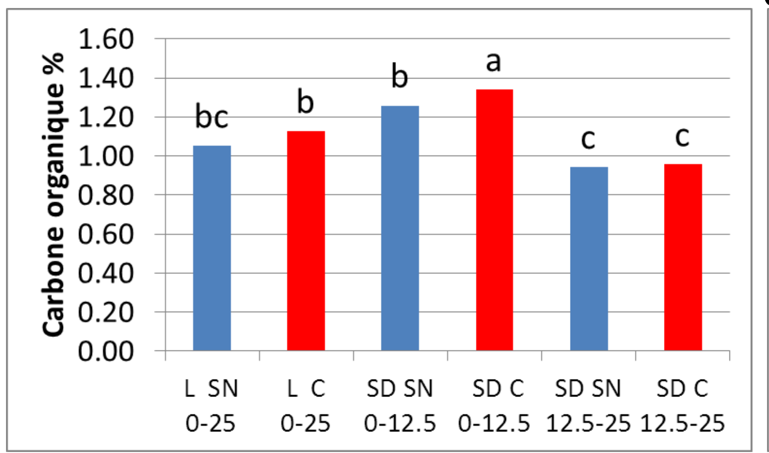


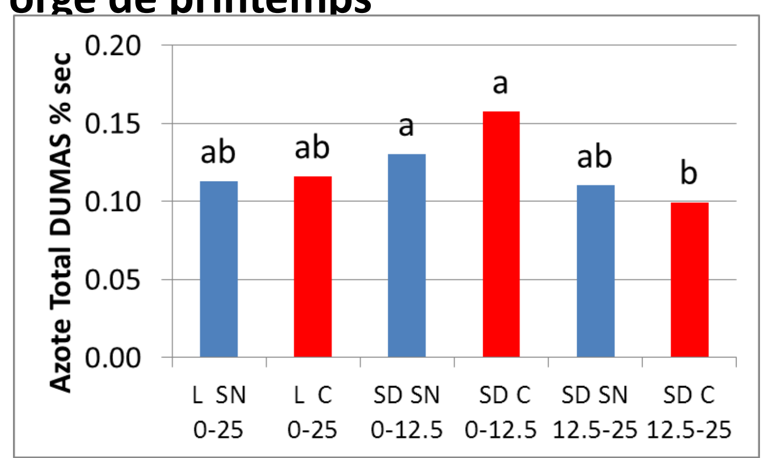




# Effets des historiques de CIPAN et travail du sol sur les indicateurs d'activité microbiologique des sols

**Exemple de l'essai environnement de Boigneville (91) en sol de limon argileux sur calcaire: mesures en 2011 (sous orge), après 22 ans de différenciation sur une rotation pois-blé dur-orge de printemps**



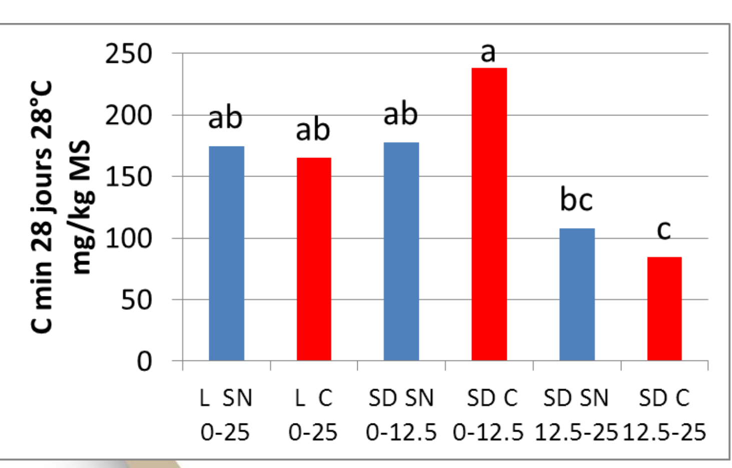



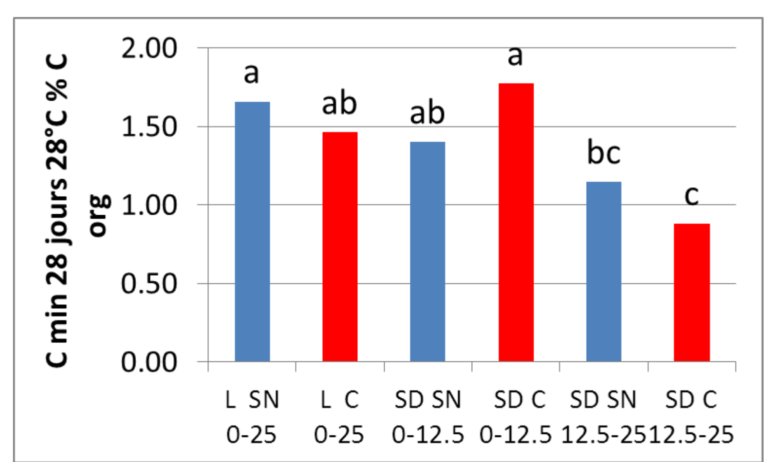

**L: labour**

**SD: semis direct**

**SN: sol nu**

**C: CIPAN**




Mesures sur 0-12.5 cm et 12.5-25 cm en semis direct





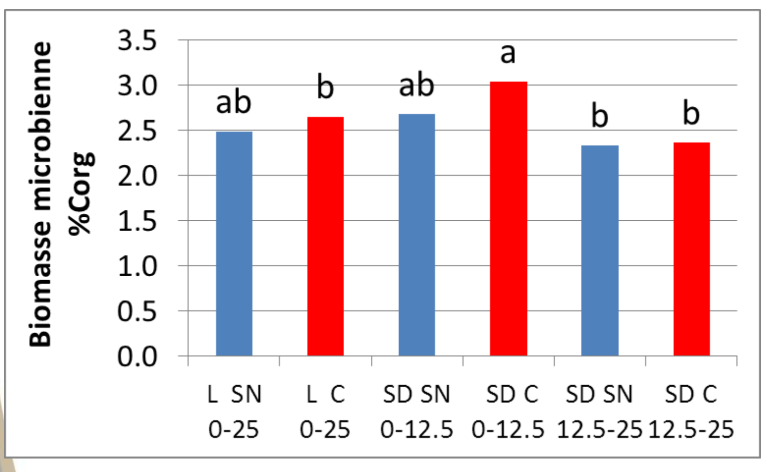


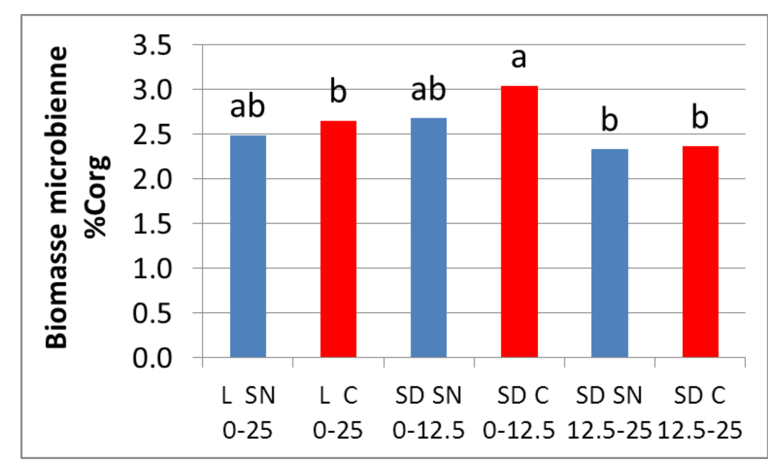




# Effets des historiques de CIPAN et travail du sol sur les indicateurs d'activité microbiologique des sols

**Exemple de l'essai environnement de Boigneville (91) en sol de limon argileux sur calcaire: mesures en 2011 (sous orge), après 22 ans de différenciation sur une rotation pois-blé dur-orge de printemps**




**L: labour**

**SD: semis direct**

**SN: sol nu**

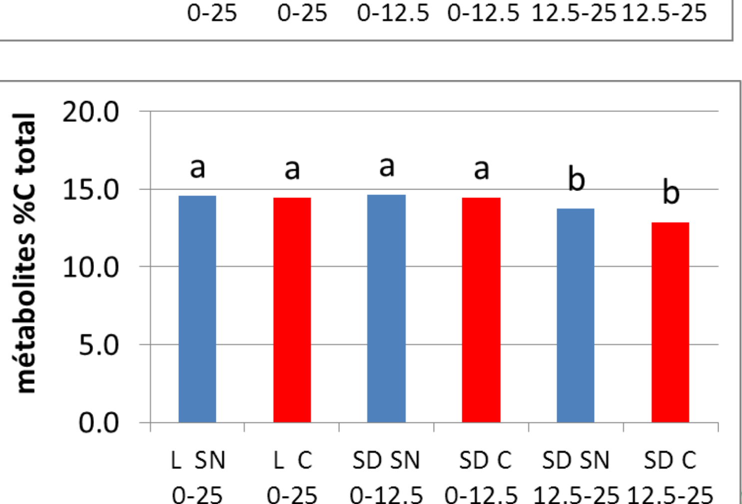
**C: CIPAN**

métabolites mgC/kg

2500
2000
1500
1000
500
0

b
b
b
a
c
c

L SN 0-25
L C 0-25
SD SN 0-12.5
SD C 0-12.5
SD SN 12.5-25
SD C 12.5-25




Mesures sur 0-12.5 cm et 12.5-25 cm en semis direct









# 1ers résultats

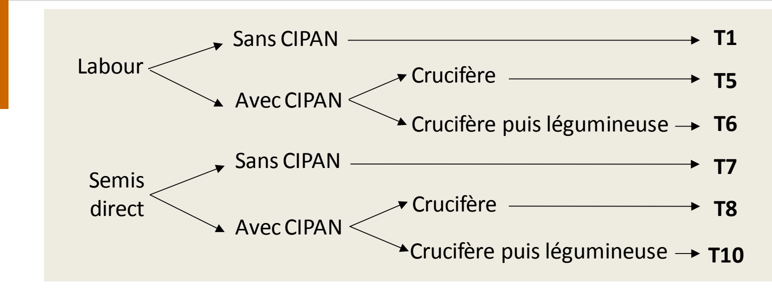
**Biomasse moléculaire**
**Sur 0-20 cm**














Boigneville (ARVALIS-91) / 22 ans

– SN, L - CIPAN, L + CIPAN, SD - CIPAN, SD + CIPAN +

µg d'ADN / g de sol sec

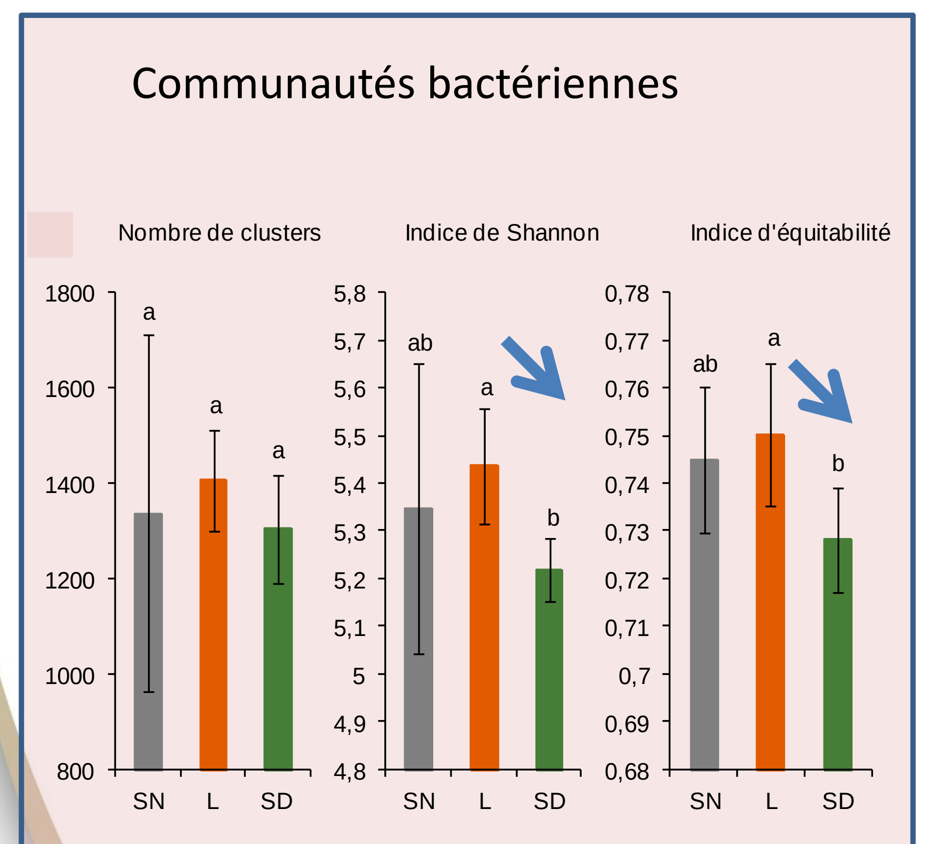
| Date | SN | T1 | T5 | T6 | T7 | T8 | T10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| mai | 16,55 c | 23,98 bc | 36,65 a | 33,58 ab | 26,93 abc | 34,63 ab | 38,30 a |
| juil. | 16,92 b | 25,94 ab | 29,69 ab | 28,11 ab | 32,13 ab | 39,67 a | 39,18 a |
| sept. | 20,54 b | 23,31 b | 30,90 a | 34,80 a | 33,00 a | 36,34 a | 34,68 a |
| nov. | 27,54 b | 27,13 b | 38,51 ab | 35,93 ab | 39,68 ab | 48,37 a | 45,99 a |
| fév. | 19,71 c | 29,90 bc | 37,34 ab | 33,15 ab | 37,44 ab | 46,98 a | 45,22 ab |
| avril | 18,82 a | 25,20 a | 35,01 a | 31,66 a | 37,21 a | 43,04 a | 38,26 a |
| mai | 17,33 b | 30,83 a | 33,38 a | 28,15 a | 30,12 a | 33,25 a | 30,75 a |
| juil. | 14,38 b | 30,13 ab | 33,18 ab | 31,43 ab | 31,09 ab | 36,22 ab | 41,35 a |

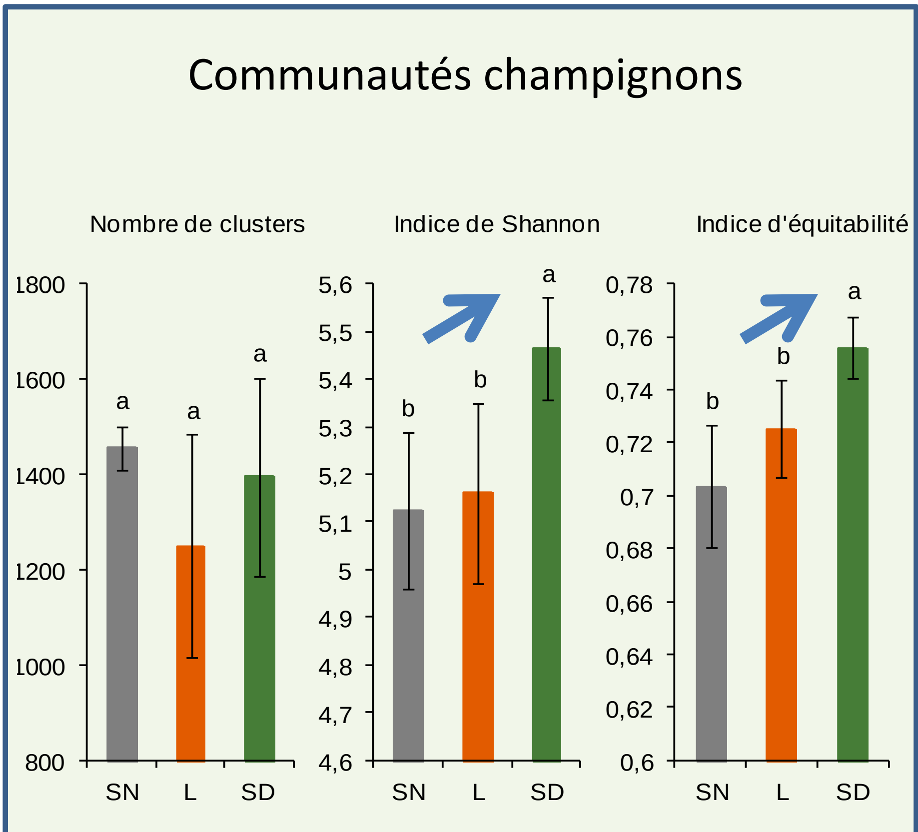
ANOVA + SNK 5%

ARVALIS Institut du végétal

# 1ers résultats

## Analyse de la diversité taxonomique des communautés microbiennes




**Labour augmente la diversité bactérienne et baisse la diversité de champignons**















# Conclusions

- **Expérimentations longue durée : bon support d'investigation des IAB**

➔ Effets contextes pédoclimatiques > effets historiques
➔ Bonne discrimination des historiques PRO, CIPAN, travail du sol (particularités de certains sites)
➔ Redondances entre indicateurs et % C mais apport d'information quand expression en % C et N org.
➔ Vitesse de réponse peut être plus rapide que % C

- **Phénomènes complexes et interactions**

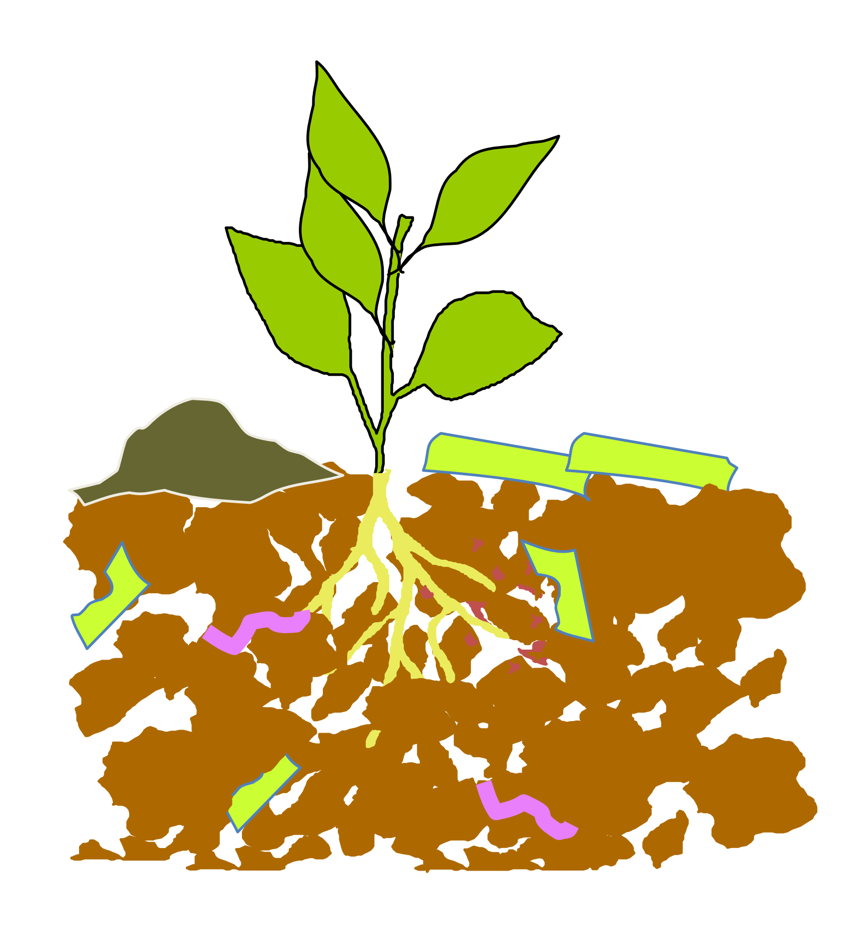
➔ Informations et mesures d'autres paramètres agronomiques (indicateurs état chimique et physique du sol, et performance système de culture) pour interprétation
➔ Défi: faire le lien entre le suivi de paramètres microbiens, des impacts environnementaux et des services agronomiques/écosystémiques

- **Actions à poursuivre, réseau à élargir (partenariat)**

➔ Elaboration d'un référentiel loin d'être finalisée
➔ Autres types d'effets à étudier (rotation, systèmes de culture...)
➔ Aspects méthodologiques à approfondir (variabilité saisonnière…)

ARVALIS
Institut du végétal

# Merci pour votre attention








**Groupe de coordination pour la protection des sols** GCSol
**Koordinationsgruppe für den Bodenschutz** KGBo

# 25 ans d'observation des sols FRIBO et retour d'expérience des campagnes d'analyses de l'activité biologiques des sols en Suisse romande

—

**Séminaire Colmar**
**15 mai 2013**



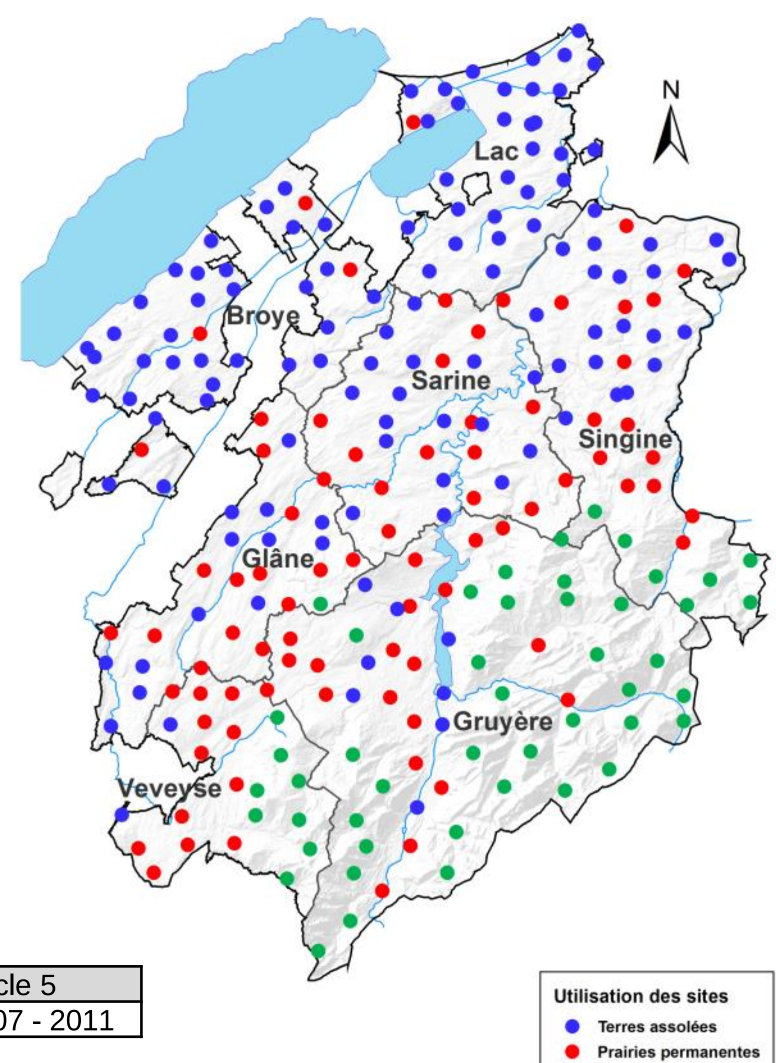
—
www.fr.ch/sol
www.fr.ch/boden

# Contenu de la présentation

1. Distribution des sites FRIBO (observatoire des sols)
2. Localisation et prise d'échantillons
3. Paramètres analysés
4. Evolution des paramètres biologiques
5. Interprétation des mesures biologiques
6. Retour d'expérience des campagnes d'analyse
7. Conclusions



# Distribution des sites agricoles FRIBO




**250 sites répartis sur tout le canton**
**= 1 site pour 400 ha**

| Utilisation des sites | Nombre de sites |
|---|---|
| Terres assolées | 126 |
| Prairies permanentes | 77 |
| Alpages | 47 |

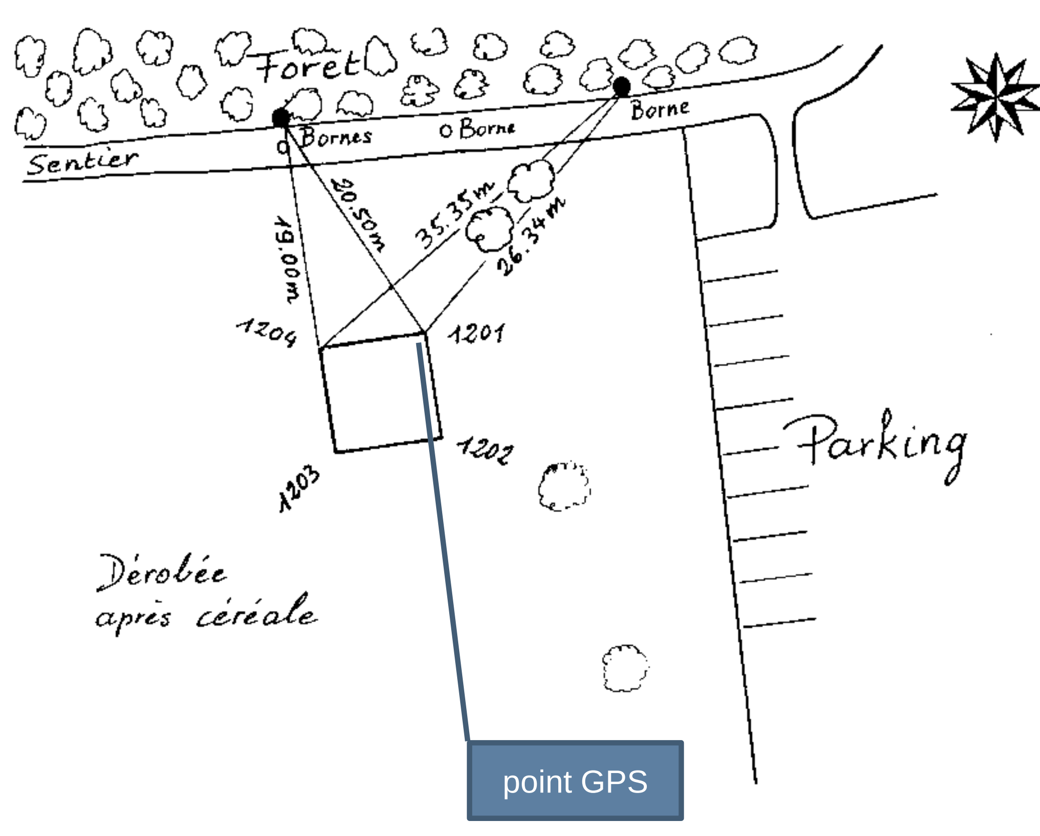



**prélevés tous les 5 ans**

| Cycle 1 | Cycle 2 | Cycle 3 | Cycle 4 | Cycle 5 |
|---|---|---|---|---|
| 1987 - 1991 | 1992 - 1996 | 1997 - 2001 | 2002 - 2006 | 2007 - 2011 |

# Localisation des sites et prélèvements des échantillons






**Un site FRIBO : 100 m² de sol agricole représentatif de la région!**

# Analyses

Caractéristiques physiques et chimiques des sols
> matière organique
> pH

Eléments fertilisants
> éléments nutritifs
> oligo-éléments

Polluants
> métaux lourds
> micro polluants organiques

Activité biologique
> biomasse ATP
> minéralisation du carbone organique



# Système d'analyse standardisé selon Maire

# Evolution de la biomasse ATP

Biomasse ATP (ng/g)
5000
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
1 2 3 4 5
Cycle

TA
PP
ALP

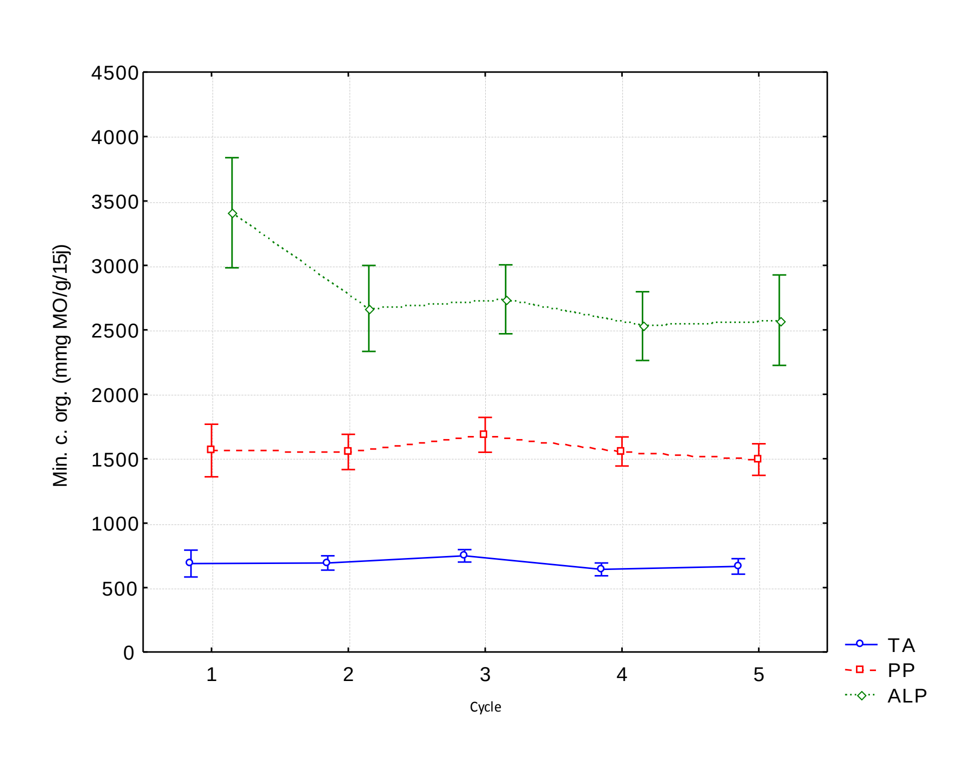
-42%

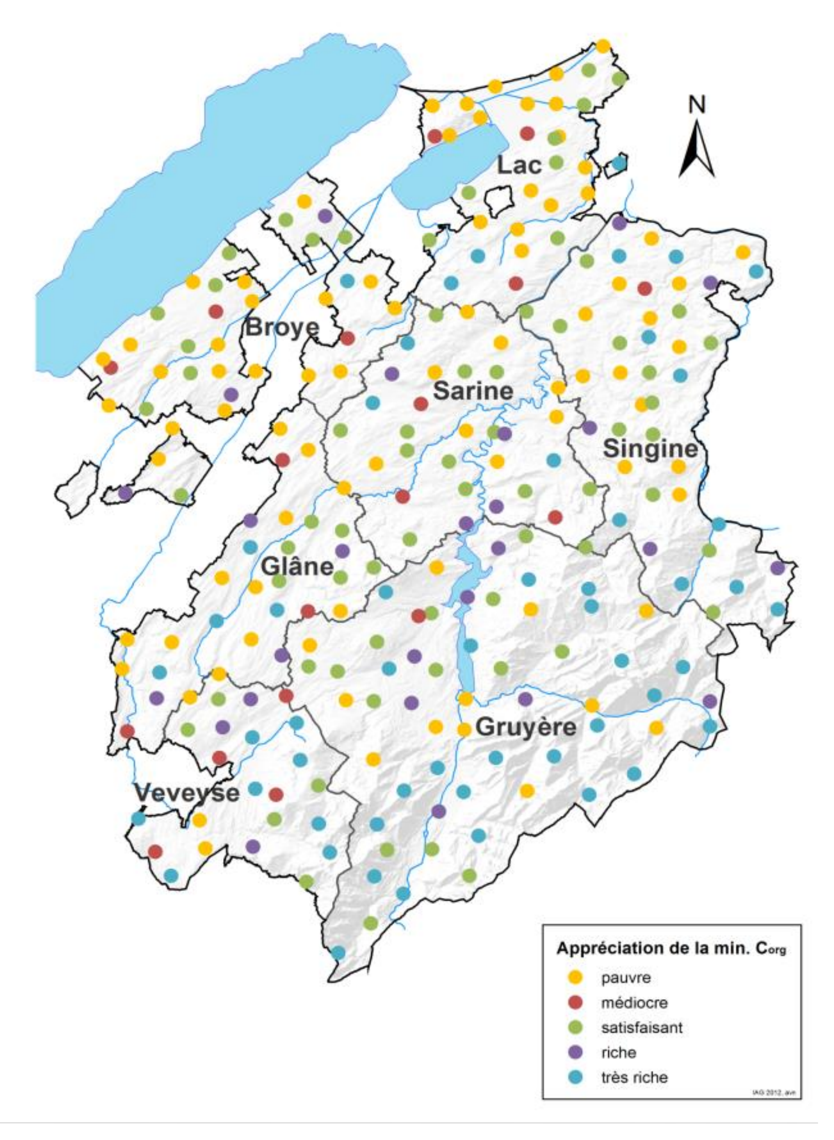
Lac
Broye
Sarine
Singine
Glâne
Gruyère
Veveyse
N

Evolution de la biomasse ATP
diminution
stable
augmentation

Causes:
> modifications du climat?
> pollutions?
> fumure et interventions culturales?
> méthode analytique?

# Evolution et appréciation de la minéralisation du carbone organique

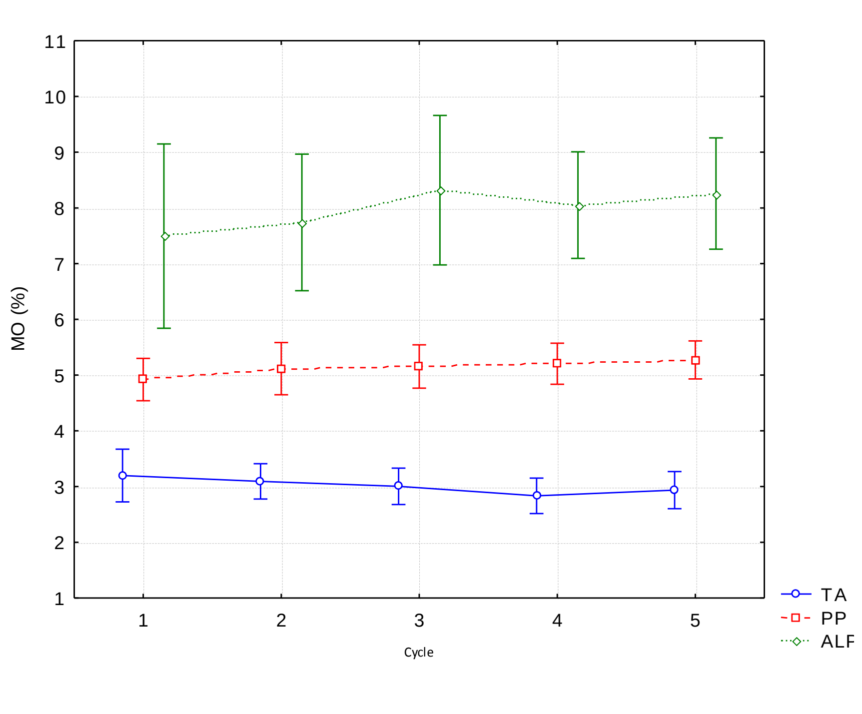



**Les valeurs sont stables**



# Evolution et appréciation des teneurs en matière organique




Lac
Broye
Sarine
Singine
Glâne
Gruyère
Veveyse
N

Appréciation de la MO
pauvre
satisfaisant
riche
très riche
tourbeux






# Evolution et appréciation du pH

6.8
6.6
6.4
6.2
6.0
5.8
5.6
5.4

pH

1 2 3 4 5

Cycle

TA
PP
ALP

Broye
Lac
Sarine
Singine
Glâne
Gruyère
Veveyse

N

Appréciation du pH
- fortement acide
- acide
- faiblement acide
- neutre
- faiblement alcalin
- alcalin

**Beaucoup de sols ont tendance à l'acidification!**



# Sols sensibles à faible activité biologique

N

Régions avec terres assolées:

- Cultures intensives
- Cultures spéciales
- Peu ou pas de prairie dans la rotation

Sites problématiques

Terres assolées

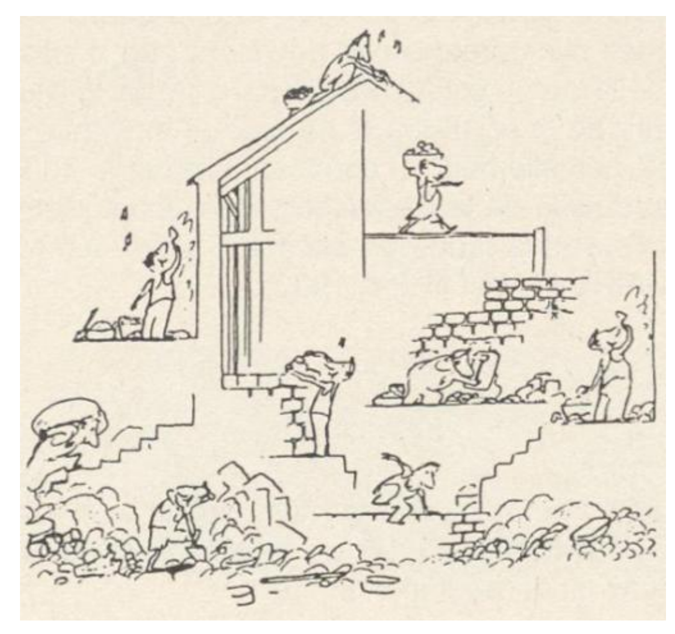
Prairies permanentes

Alpages

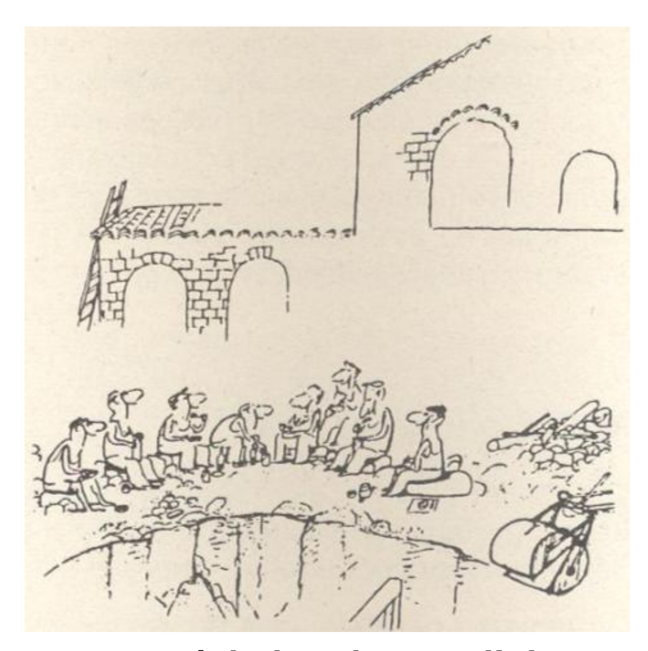
**Une part élevée de prairies temporaires dans les terres assolées est la meilleure garantie pour le maintien de la fertilité de ces sols.**

# A quoi servent les mesures biologiques?

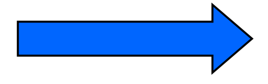
*Un sol est considéré comme fertile s'il présente une biocénose diversifiée et biologiquement active… (OSol 1998)*



**Appréciation de la teneur en microorganismes du sol (biomasse ATP)**



**Appréciation du travail de ces microorganismes (minéralisation du carbone organique)**



**Appréciation de la fertilité des sols!**

# Exemple de rapport d'analyse biologique

## Rapport d'analyse biologique

| Identification de la parcelle | | | |
|---|---|---|---|
| N°, nom parcelle: | 1208 Brunacher | Type de culture: | terre assolée |
| Provenance: | sol | | |

| Carte de visite du sol | Résultats | Appréciation | Conseil |
|---|---|---|---|
| Nature (test, granulométrie) | 12 | sol léger à moyen | à traiter comme un sol de 10-15 % d'argile |
| Matière organique (MO %) | 1.9 | satisfaisant en matière MO | |
| pH ($H_2O$) | 6.4 | faiblement acide | |
| Calcaire ($CaCO_3$ tot. %) | 0 | non calcaire | |

| Analyses biologiques ATP<br>Méthode Maire | | Résultats | Classes d'appréciation: pauvre (A), médiocre (B), normal ( C ), riche (D), très riche (E) |
|---|---|---|---|
| Biomasse ATP | ng ATP/g | 168.4 | pauvre (A) |
| $CO_2$ j4 | µgCO2/g/h | 1.7 | pauvre (A) |
| $CO_2$ j9 | µgCO2/g/h | 2.8 | normal ( C ) |
| Min. C org. | µgMO/g/15d | 364.2 | médiocre (B) |
| Rapport $CO_2$/ATP | | 10.6 | très riche (E) |

Interprétation établie selon les barèmes du Fribo, Institut Agricole de l'Etat de Fribourg, Grangeneuve - Posieux (IAG)

### Définitions

- Biomasse ATP correspond au nombre de microorganismes présents dans le sol.
- CO2 j4 et CO2j9 correspondent à la respiration des microorganismes au 4ème et 9ème jour après l'incubation de l'échantillon. Ces valeurs nous renseignent sur l'intensité de l'activité des microorganismes dans le sol.
- Minéralisation C Org. évalue la quantité de matière organique minéralisée durant 15 jours.
- Rapport CO2/ATP correspond à l'activité spécifique de la biomasse.

### Interprétation

Globalement plus les valeurs sont élevées, meilleure est l'activité biologique de votre sol, ce qui lui garantit un bon fonctionnement et une fertilité optimale. Un rapport CO2/ATP élevé indique que la biomasse est plutôt minéralisatrice, un rapport faible qu'elle est plutôt humificatrice. Ces mesures biologiques dépendent toutefois fortement de la teneur en humus et en argile du sol et de son utilisation, c'est pourquoi l'interprétation se fait spécifiquement pour chaque parcelle selon un barème spécifique.

**Si deux paramètres ou plus sont pauvres ou médiocres, une correction s'impose.**

# Interprétation des analyses biologiques

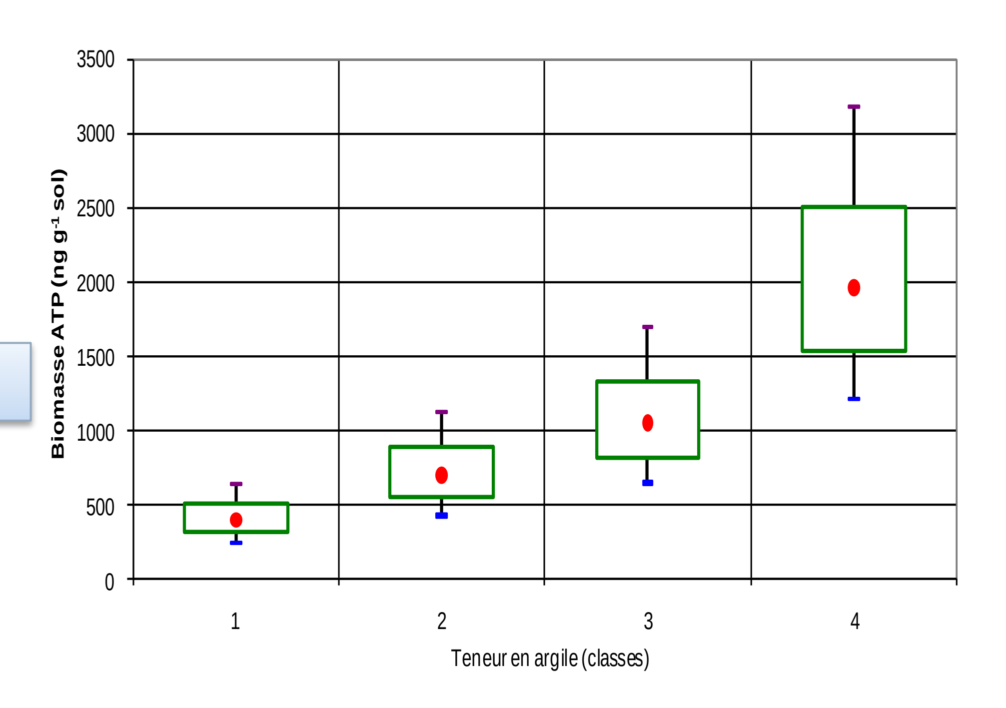
## 1. Détermination des classes d'argile et d'humus

| Paramètre | Plage de valeurs | Code | Classe |
|---|---|---|---|
| Teneur en humus [%] | 0 - 1,9 | 1 | Pauvre en humus |
| | 2,0 - 4,9 | 2 | Faiblement humifère |
| | 5,0 - 9,9 | 3 | Humifère |
| | 10 - 19,9 | 4 | Riche en humus |
| | *> 19,9* | - | *Tourbeux* |
| Teneur en argile [%] | 0 - 10 | 1 | Sols sableux |
| | 10 - 20 | 2 | Sols sablo-limoneux |
| | 20 - 30 | 3 | Sols limoneux |
| | > 30 | 4 | Sols argileux |

## 2. Détermination de l'utilisation du sol

- Terres assolées
- Prairies permanentes
- (Viticulture, arboriculture…)

## 3. Interprétation selon les valeurs de référence




*Légende: point = valeur de référence, rectangle = satisfaisant, barre supérieure = riche, barre inférieure = médiocre extrêmes supérieurs = très riches, extrêmes inférieurs = pauvres*

# Clé d'interprétation des mesures biologiques en Terres Assolées

| | Terres Assolées | | |
|---|---|---|---|
| **Numéro des sites** | **Diagnostic selon les barèmes de classification** | **Interprétation** | **Conseil d'amélioration** |
| | | | |
| 6-7-10-11-13-29-178-179-181-186-195-197-193 | •Biomasse- ATP basse<br>•Activité respiratoire 4j et/ou 9j basse<br>•Minéralisation du carbone organique basse | •Teneur faible en humus<br>•Peu ou pas de prairie<br>•Drainage et aération mauvais<br>•Mauvaise structure, Battance<br>•Hydromorphie en profondeur<br>•Acidité élevée<br>•Culture de vigne | ⇒Augmenter la fréquence et la durée des prairies temporaires dans la rotation ou l'utilisation de dérobée et d'engrais verts (Matière organique (MO) et structure favorisées)<br>⇒Optimiser la gestion de la MO<br>⇒Améliorer le drainage<br>⇒Chaulage en cas d'acidité élevée |
| 14-20-39-57-58-70-95-198 | •Activité respiratoire 4j et /ou 9j basse<br>•Minéralisation du carbone organique basse | •Peu / pas de prairie<br>•Acidité élevée<br>•Sol sensible à la battance, Semelle de labour | ⇒Augmenter la fréquence et la durée des prairies temporaires dans la rotation ou l'utilisation de dérobée et d'engrais verts (MO et structure favorisées)<br>⇒Chaulage en cas d'acidité élevée |
| 194-204-237-241-243-247 | •Activité respiratoire 4j et/ou 9j basse.<br>•$CO_2$/ATP bas<br>•Minéralisation du carbone organique basse | •Pas de prairie<br>•Mauvais drainage et aération (tassement du sol) | ⇒Augmenter la fréquence et la durée des prairies temporaires dans la rotation ou l'utilisation de dérobée et d'engrais verts (MO et structure favorisées)<br>⇒Améliorer le drainage<br>⇒Prévenir le tassement du sol |

# Retour d'expériences en Suisse romande

| Parcelle | Argile % | MO % | pH | ngATP/g | CO2 j4 | CO2 j9 | Min.C.Org | CO2/ATP | Remarques conseiller |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sansy | 22 | 3 | 7.8 | 1276 | 4.0 | 3.0 | 589 | 3.0 | SD + MO +VdT |
| Les Gouilles | 22 | 2.7 | 6.4 | 689 | 4.8 | 2.7 | 706 | 6.6 | SD + MO +VdT |
| Petit bois | 17 | 1.5 | 6.2 | 356 | 4.0 | 2.4 | 553 | 10.9 | R1 peu de MO |
| Villars-Epeney | 17 | 2 | 6 | 395 | 4.1 | 2.1 | 544 | 10.0 | R1 peu de MO |
| Therde | 22 | 4 | 7.5 | 1256 | 4.8 | 3.1 | 693 | 3.7 | |
| Fond Campechat | 17 | 3.4 | 7.8 | 1173 | 3.1 | 1.9 | 483 | 2.6 | faible rendement |
| Vigny | 17 | 3.3 | 8.1 | 1489 | 3.9 | 2.7 | 599 | 2.5 | |
| Pré neuf | 27 | 3.5 | 7.9 | 1479 | 4.2 | 3.8 | 685 | 2.8 | |
| Les Batailles | 17 | 2.4 | 7 | 544 | 4.3 | 2.3 | 652 | 7.5 | 33% PT |
| La grand raie | 17 | 1.9 | 5.8 | 469 | 4.9 | 2.4 | 644 | 10.0 | 25% PT |
| 7 Barberêche | 12 | 2.2 | 5.7 | 404 | 5.3 | 3.3 | 704 | 12.6 | extensif, 60% PT |
| La Faye | 12 | 2.1 | 6.2 | 533 | 4.1 | 2.4 | 560 | 7.4 | sol battant |
| Biolet nord | 17 | 2.8 | 5.9 | 1073 | 4.6 | 4.2 | 745 | 4.3 | Compost |
| Champ neuf | 22 | 5.7 | 7.7 | 1273 | 2.5 | 3.6 | 690 | 2.1 | mauvaise décomposition des racines et compost |
| Grand champ | 22 | 3.7 | 8.2 | 1438 | 1.8 | 2.9 | 430 | 1.3 | sans PT depuis 30 ans |
| La forêt 1 | 12 | 2.3 | 8.2 | 506 | 2.3 | 2.3 | 405 | 4.5 | humide |
| 2 coin nord | 22 | 4.1 | 7.3 | 1190 | 3.3 | 2.7 | 563 | 2.7 | mauvaise décomposition des pailles |
| Condémines | 17 | 3.9 | 7.5 | 839 | 2.6 | 2.8 | 529 | 3.1 | |
| Champ Iallaz | 17 | 8.8 | 7.4 | 1904 | 6.3 | 11.8 | 1298 | 3.6 | |
| Agrilogie 1 | 16 | 2.4 | 8 | 767 | 5.3 | 4.7 | 826 | 6.9 | témoin avec purin |
| Agrilogie 2 | 18 | 2.3 | 8 | 817 | 3.7 | 4.7 | 703 | 4.6 | purin + biochar |
| Agrilogie 3 | 14 | 2 | 8 | 847 | 1.7 | 2.1 | 396 | 2.0 | purin + engrais maïs |
| **Moyennes** | **18** | **3.2** | **7.2** | **941.6** | **3.9** | **3.4** | **636.1** | **5.2** | |

**Légende**

2 paramètres ou plus pauvres ou médiocres

1 seul paramètre pauvre ou médiocre

Aucun paramètre pauvre ou médiocre

**valeurs faibles**

# Conclusions

- **Les mesures biologiques biomasse ATP et minéralisation du carbone organique se prêtent bien comme indicateurs d'activités biologiques des sols et pour le monitoring des sols à long terme.**

- **La diminution de 42% de la biomasse ATP durant les 25 dernières années doit faire l'objet d'études plus poussées pour en déterminer les causes.**

- **Le transfert et l'utilisation dans la pratique de ces mesures est possible grâce à des barèmes et clés d'interprétation des résultats spécifiques.**

- **Le concept de fertilité des sols prend dès lors tout son sens!**



# Références

**FRIBO, Réseau fribourgeois d'observation des sols, 1987 – 2011. IAG 2012**
www.fr.ch/sol/fr/pub/fribo.htm

**Aide à la mise en œuvre. Utilisation et interprétation des paramètres biologiques du sol, BSA 2009.**
www.bafu.admin.ch/bodenschutz/10160/10167/index.html?lang=fr

**Analyse de l'activité biologique des sols pour les agriculteurs, conseils et mode d'emploi.**
www.bioactualites.ch/fr/sol-sain-plantes-saines/activite-biologique.html

**Laboratoire d'analyses: Sol Conseil, Changins, 1260 Nyon**
www.sol-conseil.ch/

**Evolution des paramètres biologiques des sols agricoles fribourgeois, FRIBO 1987 – 2001. IAG 2003**

**Extraction de l'adénosine triphosphate dans les sols; une nouvelle méthode de calcul des pertes en ATP.**
**Soil Biology and Biochemistery. Maire 1984.**

# Merci de votre attention

Grenzüberschreitendes Seminar

Indikatoren für die biologische Aktivität von Böden: Forschung und Praxisanwendungen im Oberrheingebiet

Mittwoch, 15. Mai 2013

Séminaire transfrontalier

Les indicateurs d'activités biologiques des sols : recherche et transfert dans la pratique dans l'espace du Rhin supérieur

Mercredi 15 mai 2013

Biopôle de Colmar

# L'activité biologique du sol : indicateurs complémentaires pour le travail du sol et la fertilisation

Dr. Holger Flaig, Ref. 12 Agroécologie
Biologie du sol, changement climatique, protection du climat







## Biomasse microbienne



Combien de microorganismes sont présents dans le sol →
Méthode : Respiration induite du substrat
Intensité de la respiration par mesure de dioxyde de carbone ($CO_2$) sur quelques heures après apport de „fourrage“ (Glucose). Calcul de la biomasse de bactéries et champignons.

## Intensité de métabolisme

Détermination de l‘activité de l‘enzyme dehydrogenase dans l‘échantillon de sol.
Indicateur pour activités d‘oxydation-/ de réduction.

# Transformations éléments nutritifs



Avec quelle intensité les éléments nutritifs potentiels peuvent-ils être transformés ? →

Détermination d‘activités enzymatiques, par ex.:

| | |
|---|---|
| pour l‘azote : | Minéralisation de l‘azote, |
| pour le carbone : | Xylanase, |
| pour le phosphore : | Phosphatase, |

Analyses préalables :
teneur en eau, capacité RU, éléments nutritifs, teneur en humus, valeur pH

Paramètres déduits tels que le rapport Cmicr/Corg
Biomarqueur comme teneur Ergosterol







# Biologie du sol et travail du sol

## Comparaison de systèmes de travail du sol

Labour | TCSL | Semis direct







depuis 1995, dont 5 sites en continu juqu‘à aujourd‘hui
Assolement habituels des exploitations
Grandes parcelles sans répétitions
Apports d‘azote total équivalents dans les variantes







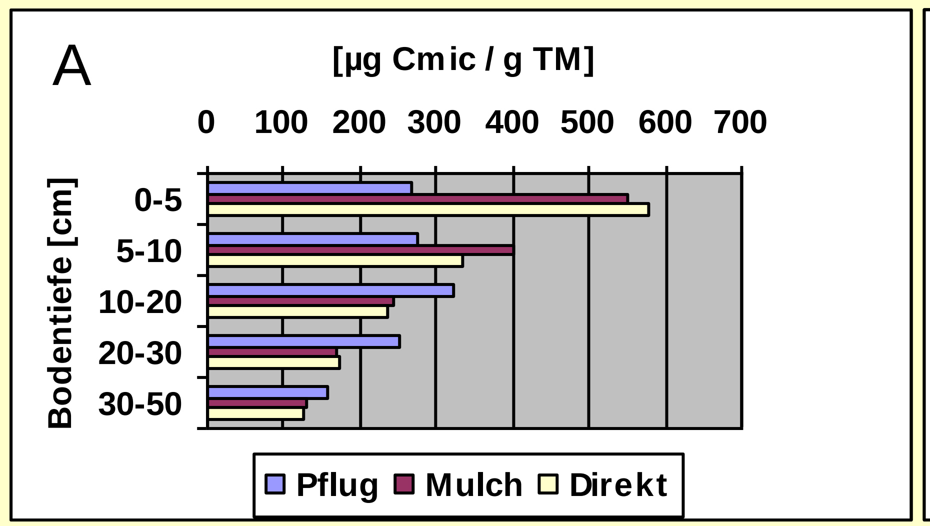
# Sites comparaison de systèmes de travail du sol BW

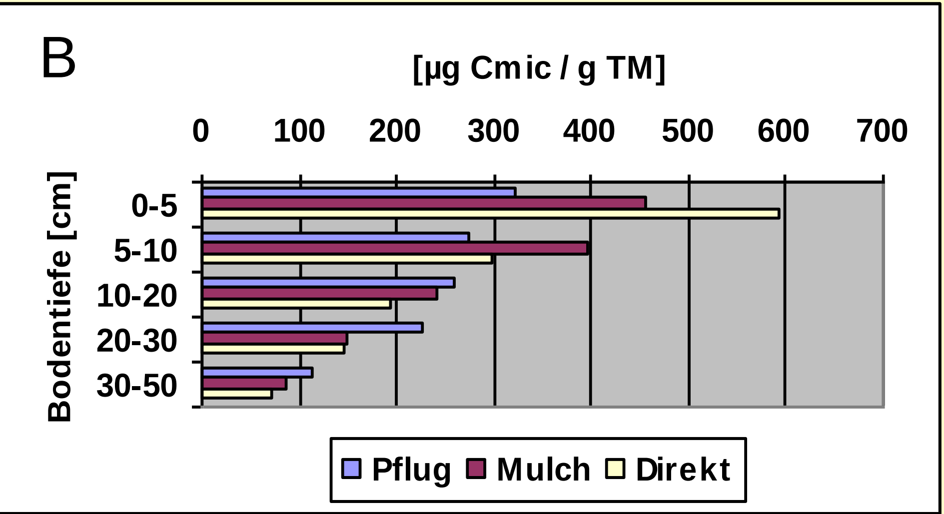






# Comparaison de systèmes : biomasse microbienne




Moyenne des biomasses microbiennes sur 4 sites avec prélèvements : A: au printemps et B: après récolte

Pflug=labour
Mulch=TCSL
Direkt=Semis Direct

TCSL-/semis direct: enrichissement dans les horizons de surface du sol
Labour : répartition régulière; au printemps „horizon de labour“

Le travail du sol a une influence sur la répartition des microrganismes





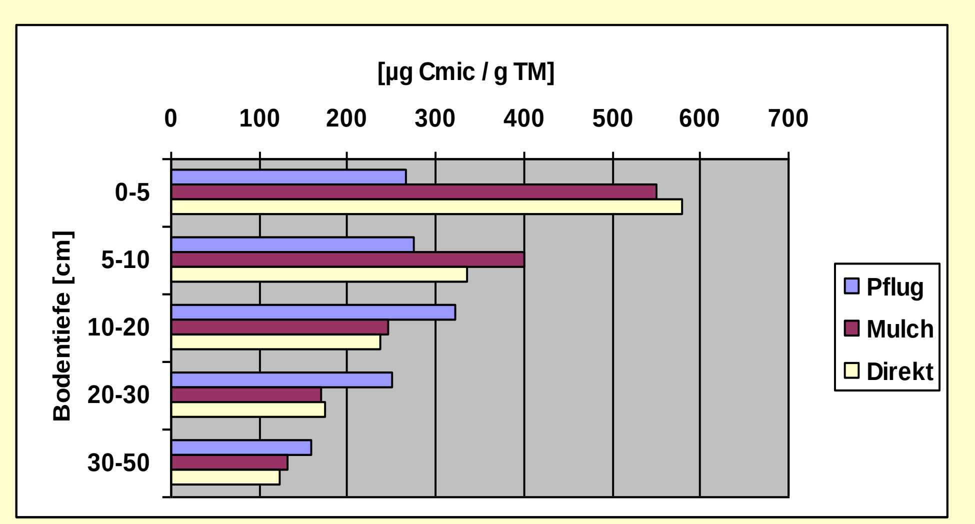


# Comparaison de systèmes de travail du sol

**Biomasse microbienne**.: différenciation selon profondeur, en volume

Biomasse micro.: moyennes de 4 sites avec prélèvements au printemps

Somme de la biomasse micr. en volume [g Cmic / $m^2$ * 0,5 m].




| Prélev-ements | printemps | Ap récolte |
|---|---|---|
| Labour | 152 | 127 |
| TCSL | 148 | 126 |
| Sem Dir. | 148 | 126 |







# Comparaison de systèmes : biomasse et pH

| Variante | pH > 7<br>pH 7,0 – 7,7* | pH < 7<br>pH 5,2 – 6,5 | |
|---|---|---|---|
| Bodentiefe [cm] | MW 5 (4) Standorte[#] | MW 3 Standorte | |
| Mulch 0 – 5 | 549 | 426 | ⌘ |
| Mulch 5 – 10 | 453 | 308 | ✓ |
| Mulch 10 – 20 | 279 | 183 | ✓ |
| Mulch 20 – 30 | 178 | 129 | |
| Mulch 30 – 50 | 126 | 79 | |
| | [µg Cmic / g TM] | | |
| Direkt 0 – 5 | 665 | 456 | ✓ |
| Direkt 5 – 10 | 347 | 267 | ✓ |
| Direkt 10 – 20 | 233 | 185 | |
| Direkt 20 – 30 | 180 | 127 | ✓ |
| Direkt 30 – 50 | 110 | 73 | |

✓Signifie un effet significatif à 90% et plus (t-Test). MW: valeur moy.

* Dossenheim: semis direct en partie pH 6,6 – 6,8.

# Grünsfeld-Hausen prélèv. jusqu‘à 30 cm de profondeur.

⌘ une donnée (Biberach, pH < 7) nettement supérieure

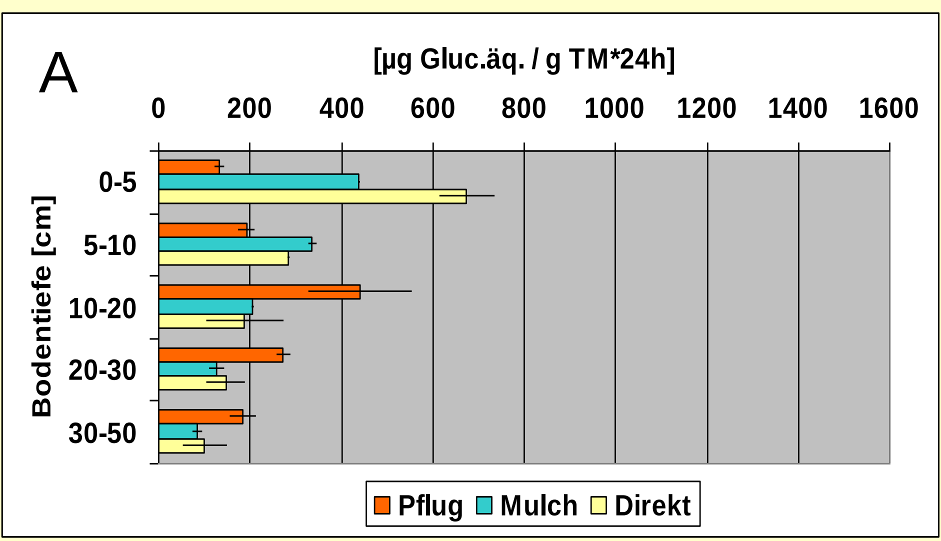
Le pH est un facteur qui influence fortement la biomasse microbienne

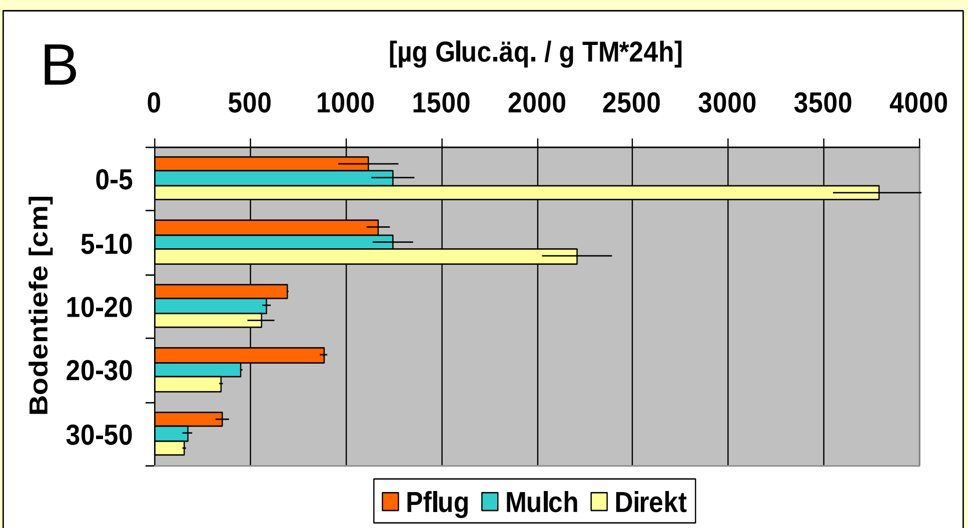






# Comparaison de systèmes : activité xylanase




Activité de la xylanase en comparaison : A: Dossenheim (print 2004) et B: Efringen-Kirchen (après récolte 2004).

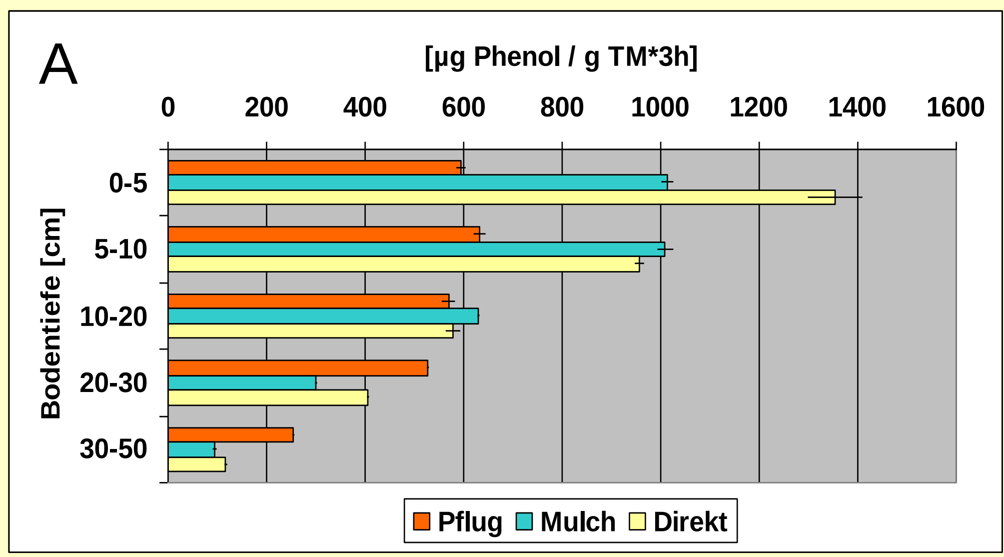
Association avec les résidus de récolte présents à la prise d‘échantillons – Indicateur pour la dégradation de la paille et conversion de carbone (fonction profondeur de labour)

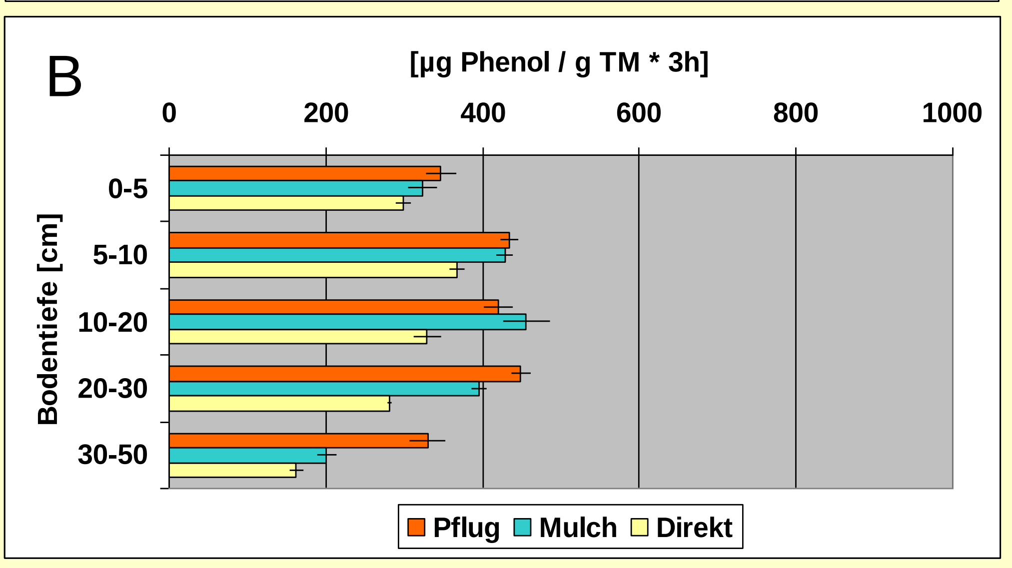






# Comparaison de systèmes : activité phosphatase




Activité phosphatase comparée :

A: Odenheim (après récolte 2005)

B: Efringen-Kirchen (ap. récolte 2004

<u>Éléments décisifs :</u>

Teneur en biomasse microb.
Valeur pH du sol
Teneur phosphate (d‘engrais)







# Biologie du sol et fertilisation

## Essais compost de longue durée en Bade-Wurtemberg

3 sites

Durée expérimentation 9 à 12 ans

Rotation Maïs-Blé hiver-Orge hiver

Compost déchets organiques

Gradation des apports de compost

Fertilisation minérale complémentaire

Compost : 10 ou 20 t MS/ha par an

Quantités N optimales










# Essai longue durée Compost B-W -1-

Sans compost | 10 t/ha TM | 20 t/ha TM

Mikrobielle Biomasse relativ

225
200
175
150
125
100
75

** *** *** *** *** ***

Forchheim | Stockach | Heidenheim

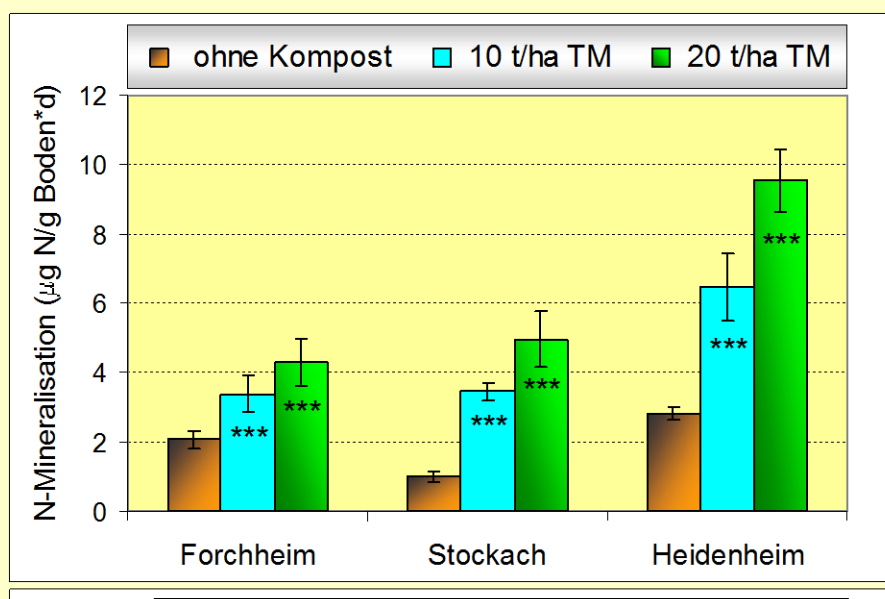
La Biomasse microbienne augmente avec la quantité apportée de compost.
Augmentation la plus forte entre „uniquement fertilisation minérale“ et „compost 10 t/ha“ .



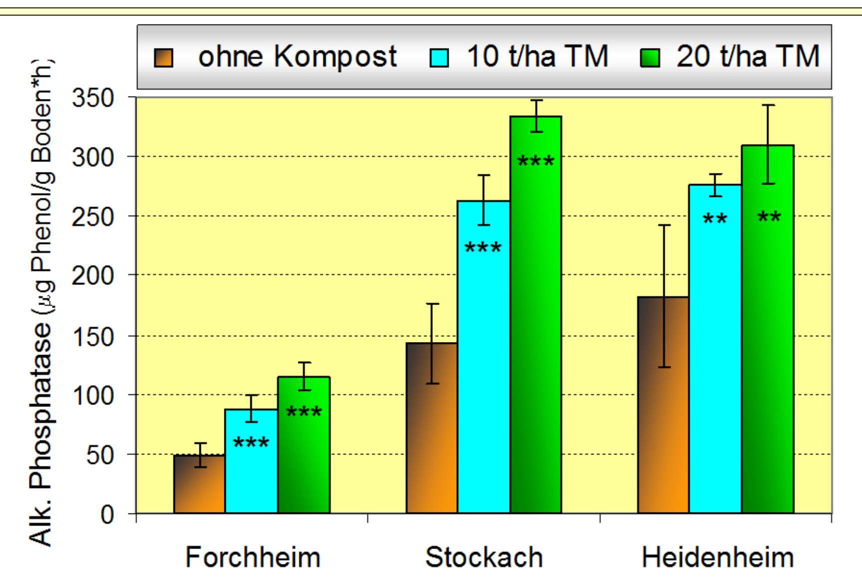




# Essai longue durée compost B-W -2-




Minéralisation N augmente plus fortement que la teneur totale N –
plus de liaisons azotées solubles disponibles.




Minéralisation en phosphate rend plus de phosphate disponible ;
activité diminue avec pH faible
et teneur élevée en phosphate.







# Biologie du sol et fertilisation

## Variantes de fertilisation sur prairies et biomasse microbienne









# Variantes de fertilisation sur prairie

## Valeur pH du sol et biomasse microbienne

**pH-Wert und Biomasse**



Pâture et fauche cumulées, sol 0-10 cm





# Biologie du sol et fertilisation

## Essai Biochar




Mélange de Biochar au sol (essais en pots sous serre et au champ)

**Effets sur les plantes et le sol ?**

Charbon de carbonisation hydrothermale („HTC-Kohle“ issu de levures de bière)
Charbon de pyrolyse („Pyro-Kohle“ issu de matériaux d‘entretien du paysage)
20 t MS/ha de biochar
Mélanges du biochar avec du compost et des digestats de méthanisation
2 sites : Rheinstetten-Forchheim, March (près de Freiburg)
maïs, blé hiver, orge de printemps
Fertilisation minérale complémentaire, 4 répétitions













# Essai Biochar : Biomasse microbienne







# Essai Biochar : activité xylanase









# Activité biologique du sol comme indicateur

- La biomasse microbienne est un indicateur fiable pour l‘activité biologique des sols.
- Les activités enzymatiques donnent des indications sur l‘importance des transformations de matériau, leur activation et leurs frein.
- Les effets du travail du sol et de la fertilisation se laissent apprécier au niveau de la biologie du sol.

A l‘inverse, comment favoriser les organismes du sol ?

- apports de nourriture : restes de récoltes, engrais organique
- éviter les monocultures
- éviter le tassement du sol (aération !)
- usage avisé des produits phytosanitaires
- éviter les surfertilisations
- éviter acidification – chaulage







Merci bien pour votre attention !

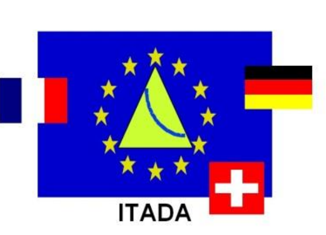













# Indicateurs microbiens pour l’évaluation de l’impact des intrants agricoles sur l’état biologique des sols

*Najat NASSR*

*Séminaire transfrontalier*

*15 Mai 2013*








# CRITT RITTMO Agroenvironnement

- Domaines d’activité : matières fertilisantes et supports de culture et qualité des agro-systèmes
- Labellisé CRT en 2007
- Certifié ISO 9001 en 2010
- Agréé comme organisme de formation





























# *PLAN*

- Indicateurs microbiologiques du sol
  - Choix de microorganismes modèles fonctionnels
  - Bioessais de mesure normalisés

- Usage des microorganismes du sol pour maîtriser la durabilité des pratiques et l'impact des matières fertilisantes
  - Matières fertilisantes traditionnelles
  - Nouveaux produits « biofertilisants »
    - ►Exemples d'approche : laboratoire - *in situ*
    - ►Méthode de mesure - résultats

- Conclusions et perspectives

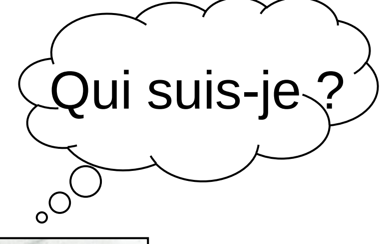


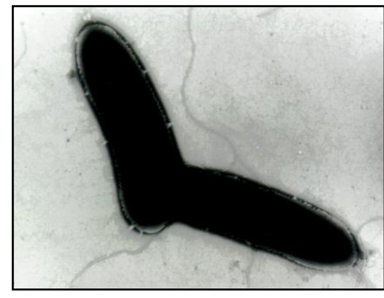






# *Indicateurs microbiologiques du sol*



## De quoi parle-t-on : un coup d'œil sur les microorganismes du sol





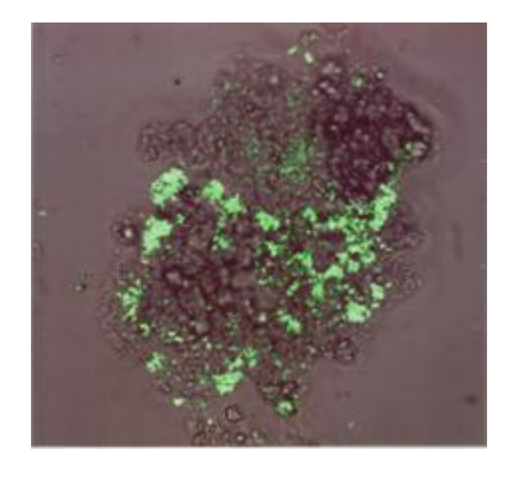




# Les micro-organismes du sol

- Les microorganismes ne sont pas distribués de façon homogènes dans le sol : souvent sous forme de microcolonies

- Stimulation de la croissance des plantes
- Mobilisation et disponibilité d'éléments nutritifs et d'oligoéléments
- Minéralisation de la matière organique : cycles biogéochimiques (C/N/P)
  - fonctions essentielles et obligatoires dans le recyclage des matières organiques retournées au sol



*Agrégat de bactéries fluorescentes dans le sol (Microscopie Confocale)*



*Microcolonie de bactéries dans le sol (Microscope Electronique à Transmission)*









# La Rhizosphère : « oasis microbienne »

- Lieu de modifications de fortes intensités :
  - physiques
  - chimiques
  - biologiques
- Siège d'un ensemble de fonctions microbiennes
- Bactéries sentinelles : bioindicateurs d'évaluation des perturbations des systèmes sol/plante

**exsudats**
(source de nutriments, d'énergie, induction du métabolisme)

activation et sélection de la microflore

MU
M
R
3
1 µm

*Production d'exopolysaccharides par les bactéries au sein de la rhizosphère*




CRT
CENTRE DE RESSOURCES TECHNOLOGIQUES




# *Des groupes fonctionnels modèles*

- Bactéries symbiotiques fixatrices de l'azote atmosphérique
- Bactéries nitrifiantes
- Champignons mycorhiziens



*Rhizobium*

1 µm

*Bactéries nitrifiantes*





Champignon mycorhizien









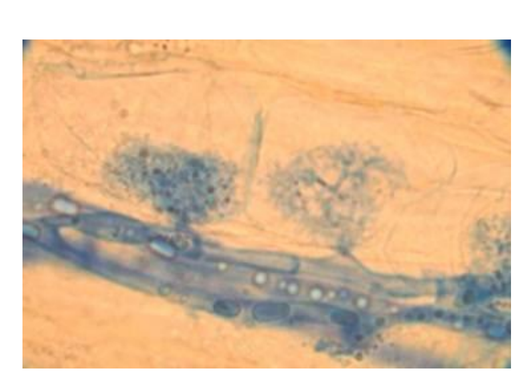
# Bioessais normalisés

## ► Différentes échelles de mesure

**1/ Colonisation racinaire**

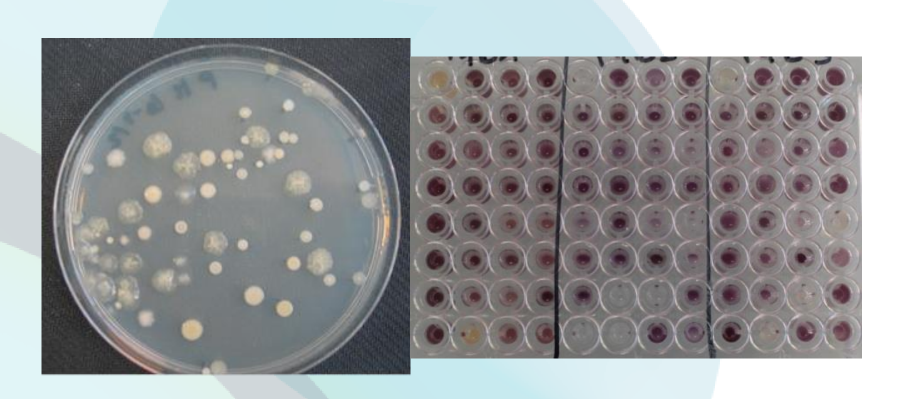


Symbiose *Rhizobium*

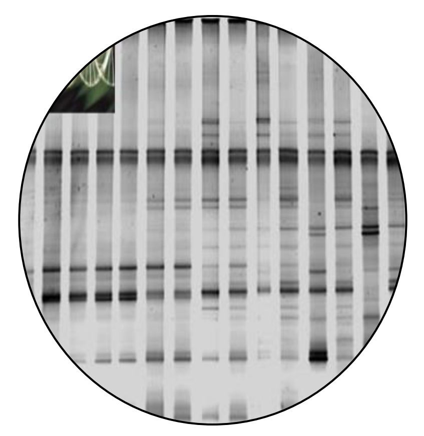


Symbiose mycorhizienne

**2/ Croissance et activité**



**3/ Diversité et biomasse moléculaire**











***Comment évaluer les effets des fertilisants sur la vie microbienne du sol ?***

***Quels sont les outils pertinents pour cette évaluation ?***









# Différentes visions de la mesure microbiologique du sol

Vision Technique : laboratoires d'analyses

- Méthodes en routine, pertinence, interprétable
- Complémentarité aux analyses physico-chimiques
- Outils d'aide à la décision

Vision Agronomique : utilisateurs des sols

- Potentiel microbiologique de sol en lien avec le statut organique du sol, pratiques agricoles
- Quelle(s) méthodes et guides d'interprétation?

***Un agrosystème performant pour un meilleur rendement et qualité de la production***

Vision Industrielle : producteurs de fertilisants

- Quelles stratégies pour favoriser la vie microbienne du sol?
- Meilleure gestion de la fertilisation

Vision Recherche : relation biodiversité-fonctions

- Bioindicateur : effet des pratiques agricoles et des situations environnementales
- Bioindicateur : fonctionnement microbiologique du sol – services écosystémiques






# Effet de la fertilisation sur la vie microbienne du sol Approches étudiées

- Différents types d'approche:
  - Essai au laboratoire : étude en microcosme en conditions contrôlées
  - Essai au champ : étude comparatif de situations *in situ* *et/ou* étude dynamique temporelle *in situ*

- Méthodes de mesure :
  - Caractérisation la vie microbienne global : abondance (c-microbien), activités enzymatiques, activité respirométrique
  - Caractérisation des fonctions spécifiques : activité potentielle (activité nitrifiante), biomasse moléculaire et diversité génétique









# Approche bioessais de laboratoire

MFO

1 x Dose

2 x Dose

Dose X

répétitions

1 Témoin équivalent N, P

T x Qté d'N, P

Témoin

*Incubation du sol en microcosme*



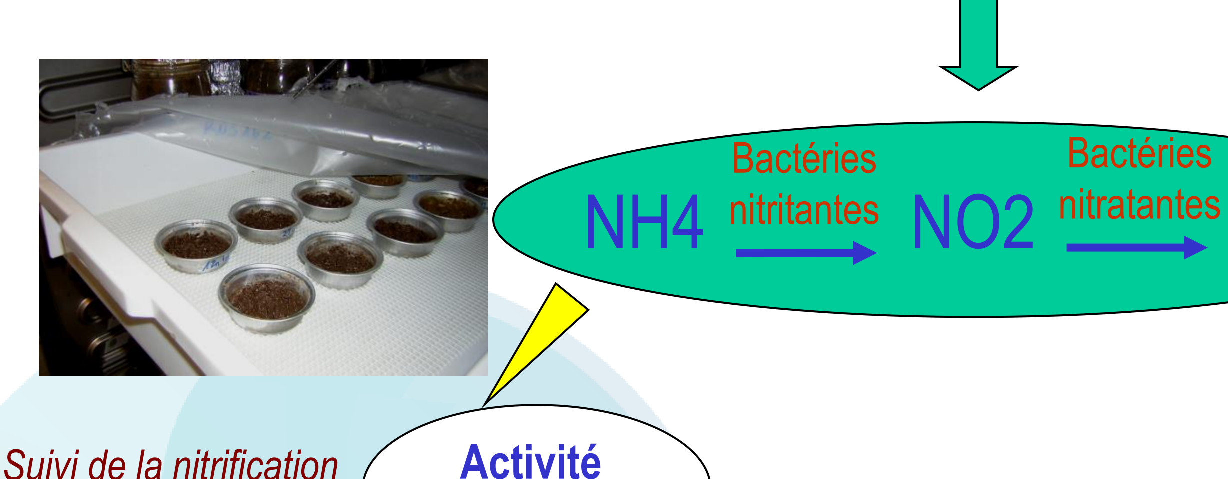






# Outils microbiens : bioindicateurs d'impact

Impact du produit
(positif ou négatif)



NH4 —Bactéries nitritantes→ NO2 —Bactéries nitratantes→ NO3

*Suivi de la nitrification (microcosme)*

**Activité nitrifiante**

**Abondance génomique**

*qPCR bactéries totales et nitrifiantes*

Cinétique de mesure

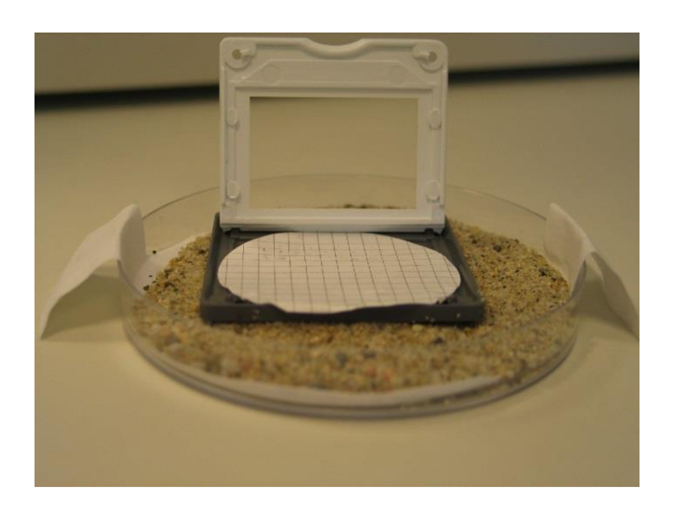


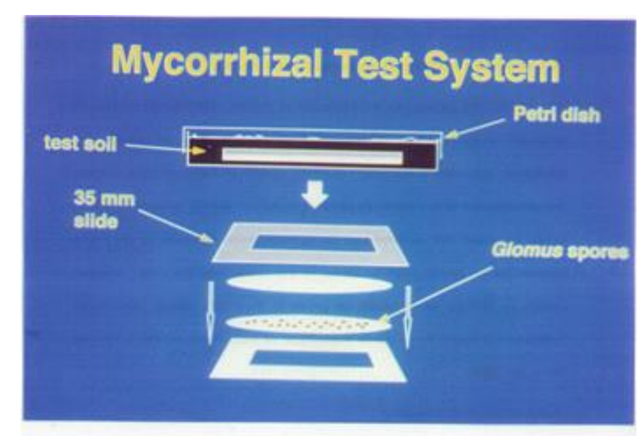


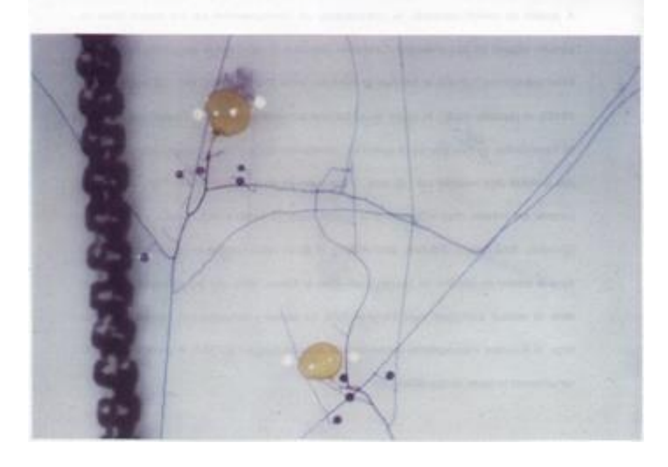




# Outils microbiens : bioindicateurs d'impact





- Mesure du nombre de spores retrouvées et du nombre de spores germées

- Calcul du pourcentage de germination des spores dans le traitement /témoin

*Biotest in vitro - Glomus mosseae*
*(Norme XP31-205-1)*






RITTMO agroenvironnement

# Exemple de résultats

**Fumier** (D1=10T/ha)

120% 100% 80% 60% 40% 20% 0%

Germination Glomus — Nitrification

Témoin D1 D5 — Témoin D1 D5

% de germination Glomus par rapport au témoin — % de production de NO3 par rapport au témoin

**Cendres** (D1=3T/ha)

120% 100% 80% 60% 40% 20% 0%

Germination Glomus — Nitrification

Témoin D1 D5 — Témoin D1 D5

% de germination Glomus par rapport au témoin — % de production de NO3 par rapport au témoin

**Compost d'OMR** (D1=10T/ha)

120% 100% 80% 60% 40% 20% 0%

Germination Glomus — Nitrification

Témoin D1 D5 — Témoin D1 D5

% de germination Glomus par rapport au témoin — % de production de NO3 par rapport au témoin

**Boue chaulée** (D1=3T/ha)

120% 100% 80% 60% 40% 20% 0%

Germination Glomus — Nitrification

Témoin D1 D5 — Témoin D1 D5

% de germination Glomus par rapport au témoin — % de production de NO3 par rapport au témoin




*Résultats projet ADEME*

CRT CENTRE DE RESSOURCES TECHNOLOGIQUES




# Approche de comparaison statique






*Impact des films de paillage sur la nitrification des sols*




*Projet Ministère de l'agriculture*






# Exemple de résultats en microcosme (nitrification)

Concentrations en nitrates à 7 jours en mg/kg sec de sol

50
100
150
200

Plastique biodégradable

SANS PL.

AVEC PL.

Plastique conventionnel

SANS PL.

AVEC PL.

Plastique biodégradable

AVEC PLASTIQUES

| Sol paillé en 2010 seulement | Sol paillé 2007-2009 |
|---|---|

SANS PLASTIQUE

| Sol paillé en 2010 seulement | Sol paillé 2007-2009 |
|---|---|

T d1 d5 T d1 d5 H1 H2 H1p H1 H2 H1p Th1 Th2 Th1p Th1 Th2 Th1p

Site 2 | Site 3 | Site 1

T: témoin sol sans plastique
d1: sol + plastique à la dose 1
d5: sol + plastique à la dose 5

H1: 0-15 cm de profondeur
H2: 15-30 cm de profondeur
p: sol préincubé avec plastique pendant10 jours

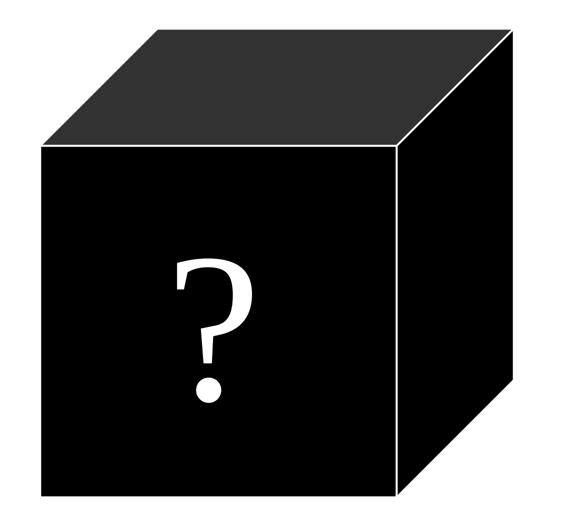



CRT CENTRE DE RESSOURCES TECHNOLOGIQUES










**Que se passe-t-il dans le sol ?**

## > Caractérisation du compartiment microbien au niveau de l'ADN

- Quantifier la fonction-clé
- Déterminer la corrélation entre activité et biomasse moléculaire









# Exemple de résultats :
## *corrélation activité nitrifiante – biomasse moléculaire*

Concentration ADN 16S (ng/µL)
1,4
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0

Teneur en NO3 par rapport au témoin
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%

Sol témoin | Sol avec plastique | Sol témoin | Sol avec plastique
7 jours d'incubation | 14 jours d'incubation

■ Concentration ADN ■ Activité nitrifiante









# *Conclusion études microcosme*

- Indicateurs microbiens : outils d'évaluation d'impact (positif ou négatif) des fertilisants et de certaines pratiques agricoles
- Effets observés dépendent du type de matière fertilisante et de l'indicateur de mesure

➤ Est-ce que ces effets sont permanents ou temporaires? Quelle est la résilience du sol?

➤ Quelles conséquences sur la durabilité et la productivité des agrosystèmes?









# Démarche bioessais de laboratoire

soleil

Eau

Conditions de culture

Fertilisation

Sol

➢ ***Mesure des activités microbiologiques potentielles qui ne tiennent pas compte des conditions climatiques***





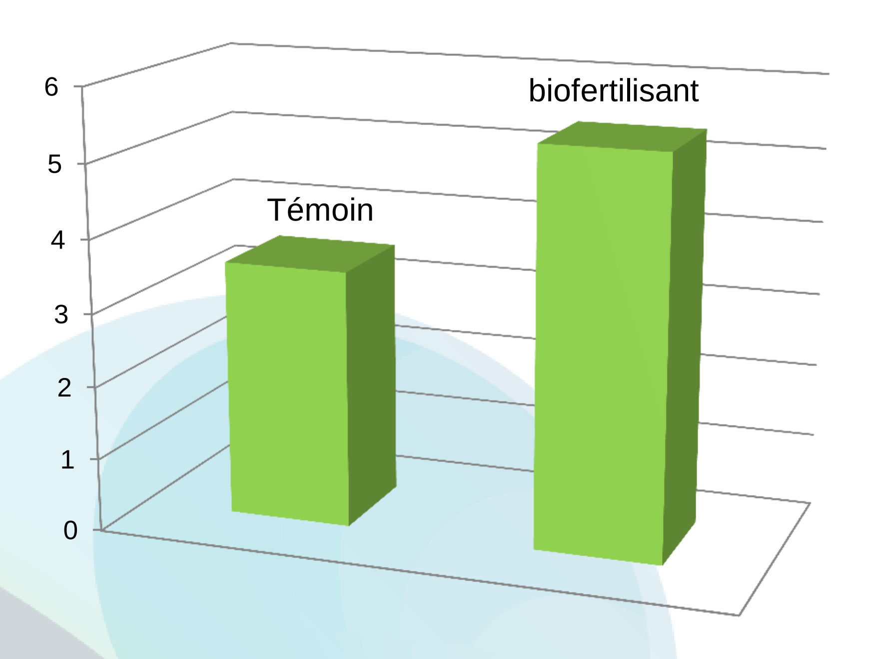




# *Efficacité agronomique des fertilisants*



## Essai en conditions contrôlées




Biomasse aérienne (g)



Système racinaire



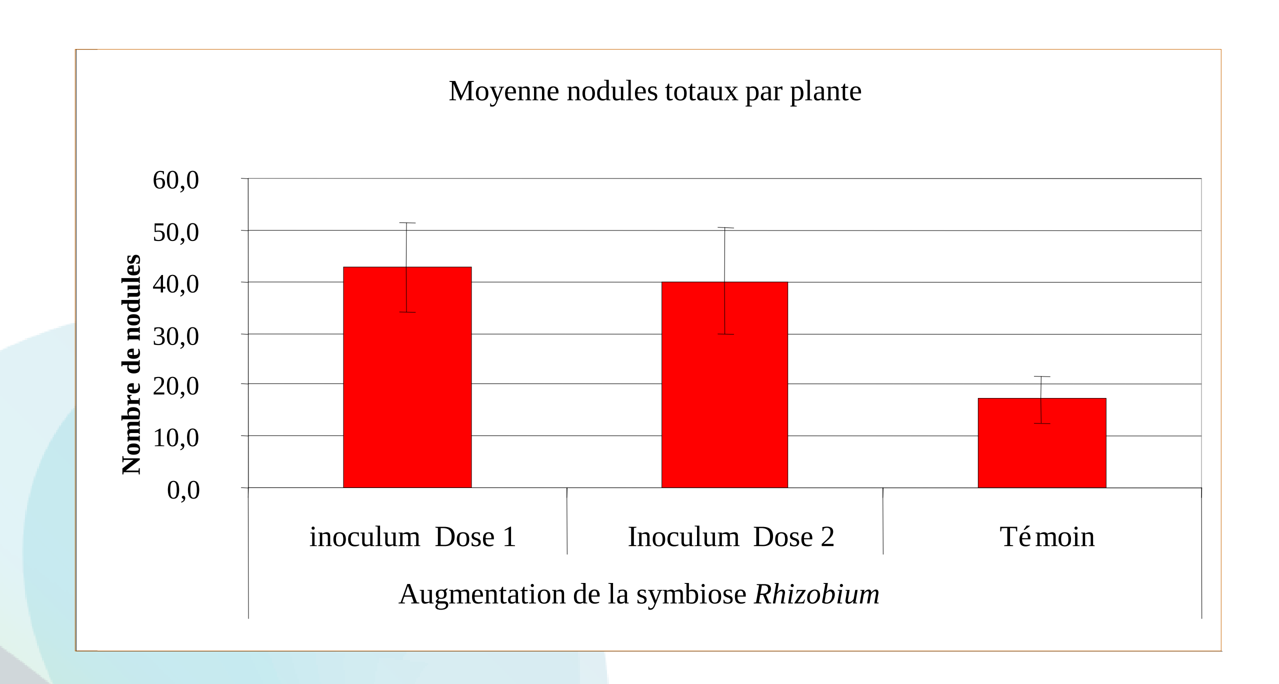






# Efficacité microbiologique des fertilisants

- La stimulation de la croissance des plantes se traduit par une surface d'échange rhizosphérique intense
  - Meilleure colonisation racinaire des bactéries symbiotiques




✓ L'apport du fertilisant au sol a favorisé la colonisation racinaire par *Rhizobium* présent initialement dans le sol.

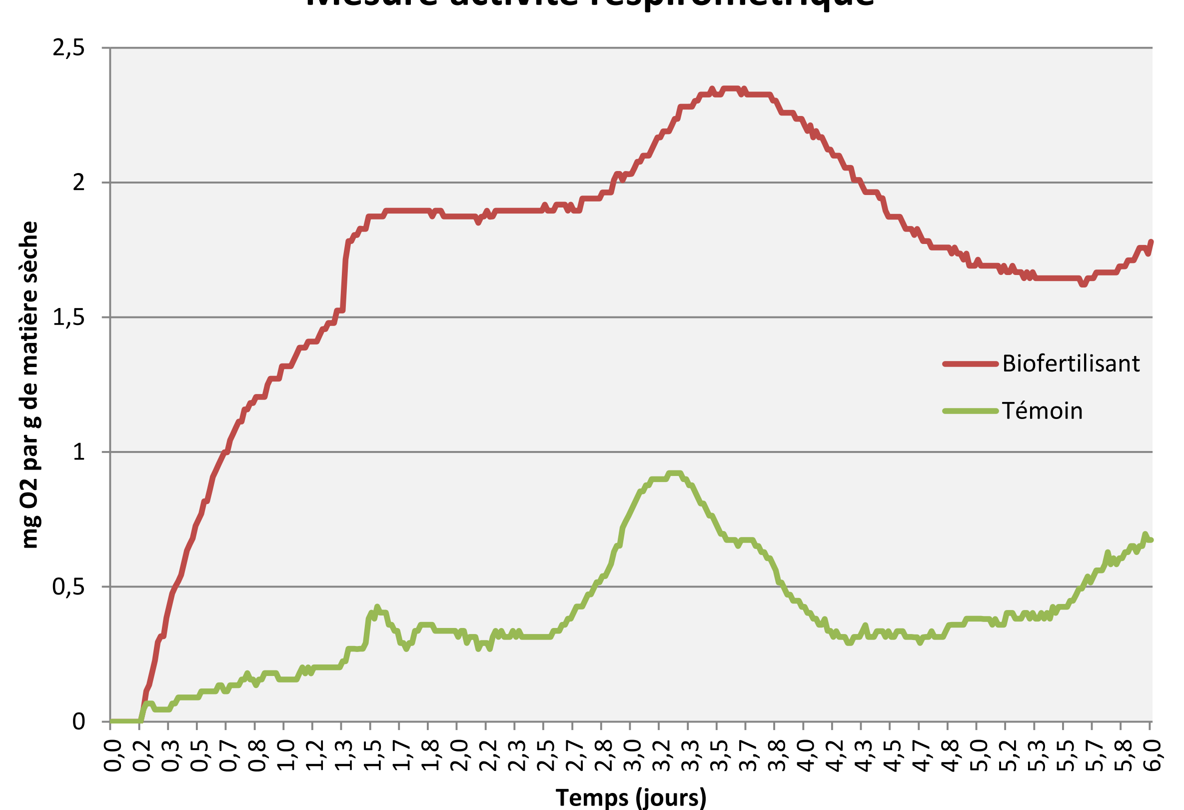








# *Efficacité microbiologique des fertilisants*






Test de respirométrie permet de suivre la consommation d'oxygène par les microorganismes (Norme ISO 16072)









# Démarche de l'étude au champ

Plante

Fertilisation

Sol

Microorganisme

- ✓ ***Mesure de l'activité microbiologique en lien avec la nutrition des plantes***
  - ✓ ***Prise en compte des interactions écologiques***
  - ✓ ***Mesures d'activités microbiennes en conditions réelles***









# Exemple de résultats de l’étude au champ



- Comparaison de situations statiques *in situ* : essai comparatif de deux fertilisants apportés à une prairie en fauche
  - Évaluation des effets sur le sol
    - Analyse des paramètres chimiques et biologiques
  - Évaluation des effets sur la plante
    - Rendement et caractéristiques du fourrage



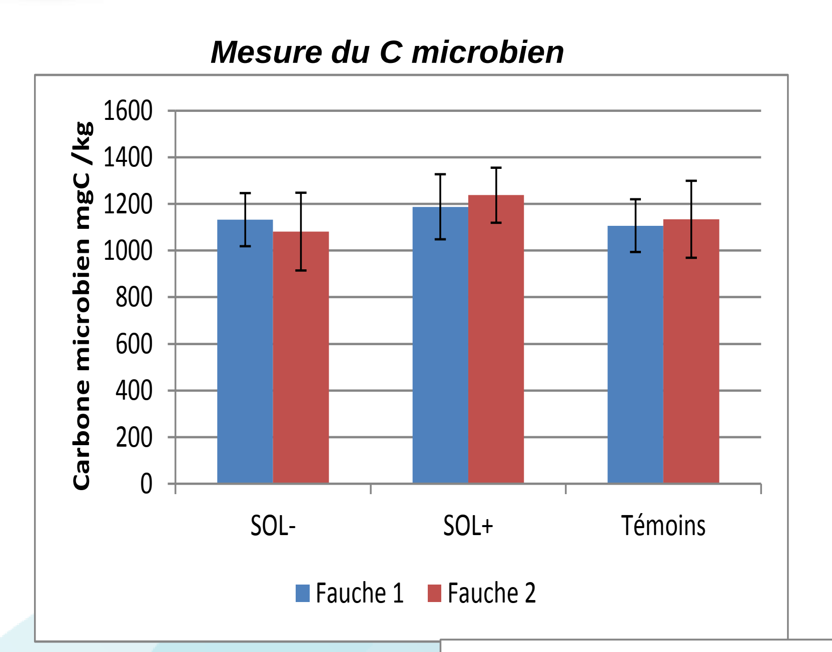






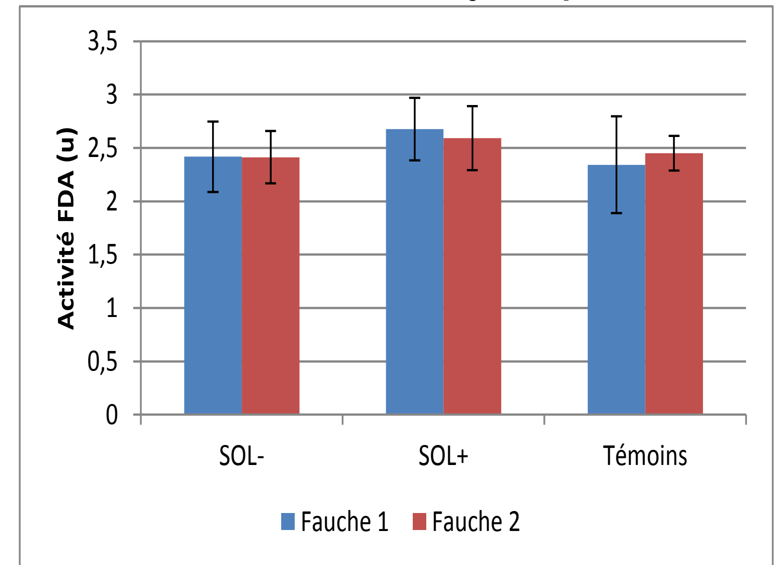


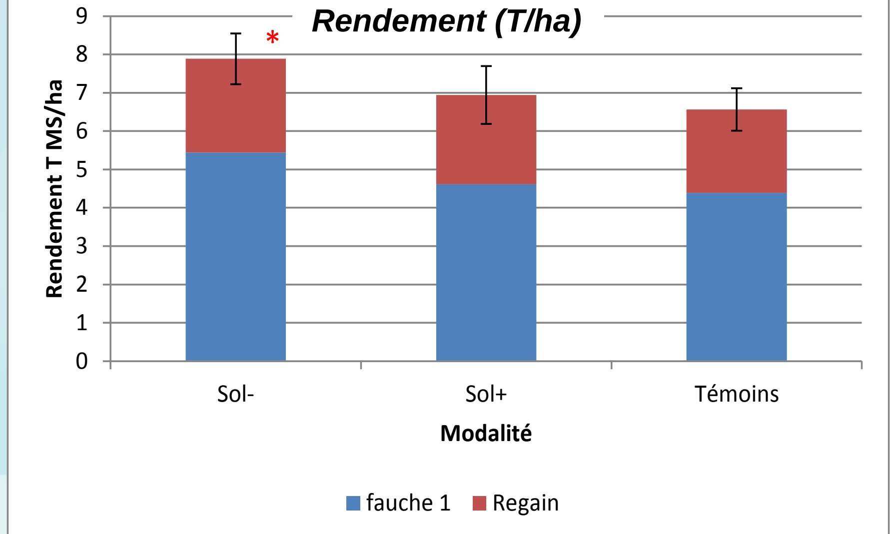
# Effets sur la qualité microbiologique du sol – rendement de la prairie


















# *Conclusion de l'étude au champ*

- Difficile de conclure sur l'effet des fertilisants vis-à-vis de la vie microbiologique du sol
  - limite des outils de mesure ou absence d'effet ?
- Mesure de l'activité enzymatique FDA (hydrolyse du diacétate de fluorescéïne) concerne plusieurs groupes d'enzymes (lipases, protéases, estérases…)
  - Une grande spécificité peut rendre difficile l'interprétation des résultats ?
  - Nécessité de suivre différents indicateurs microbiens ?









# Impact des matières fertilisantes
# Suivi au champ et Bioessai en laboratoire

Essai longue durée : 3 à 5 ans
Parcelles : 3m x 10m
2 types de sol
8 modalités testées
3 répétitions par modalité
Suivi dans le temps

BIETLENHEIM SITE 2
FURDENHEIM SITE 1
STRASBOURG

*Projet actuellement en cours*

CRT CENTRE DE RESSOURCES TECHNOLOGIQUES

MICA




# *Démarche*



8 modalités testées

Suivi au champ



Bioessai en laboratoire






CRT
CENTRE
DE RESSOURCES
TECHNOLOGIQUES



# *Suivi au champ à différentes échelles*

Activité métabolique totale : activité respirométrique

Activité métabolique fonctionnelle : nitrification

Diversité métabolique : activité enzymatique - Biolog

Abondance moléculaire : qPCR




# *Conclusion*

## ***Quel bioindicateur utiliser?***
## ***Quelle démarche adopter?***

***Chaque démarche est spécifique***

***Spécificité implique de faire le choix de l'indicateur microbien adapté au contexte à étudier***



**Quelles sont mes attentes…**









# Conclusion

- Intégration des indicateurs microbiologiques dans différentes démarches de gestion de la vie biologique des sols :
  - Evaluation de l’impact des fertilisants
  - Gestion de la fertilisation organique et minérale

- Meilleur maitrise des efficacités et des impacts des pratiques agricoles
  - Maintenir ou améliorer la vie biologique du sol
  - Evaluation de la perturbation, stabilité, résilience des sols

Najat NASSR, najat.nassr@rittmo.com
03 89 80 47 04 - 06 66 29 07 69









# Remerciements

*Prof. Stéphane  Vuilleumier : UDS*
*Aude Langenfeld : Ing. RITTMO*
*Audrey Muller : Tech. RITTMO*
*Equipe RITTMO*













MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'ALIMENTATION
DE LA PÊCHE
ET DE LA RURALITÉ



